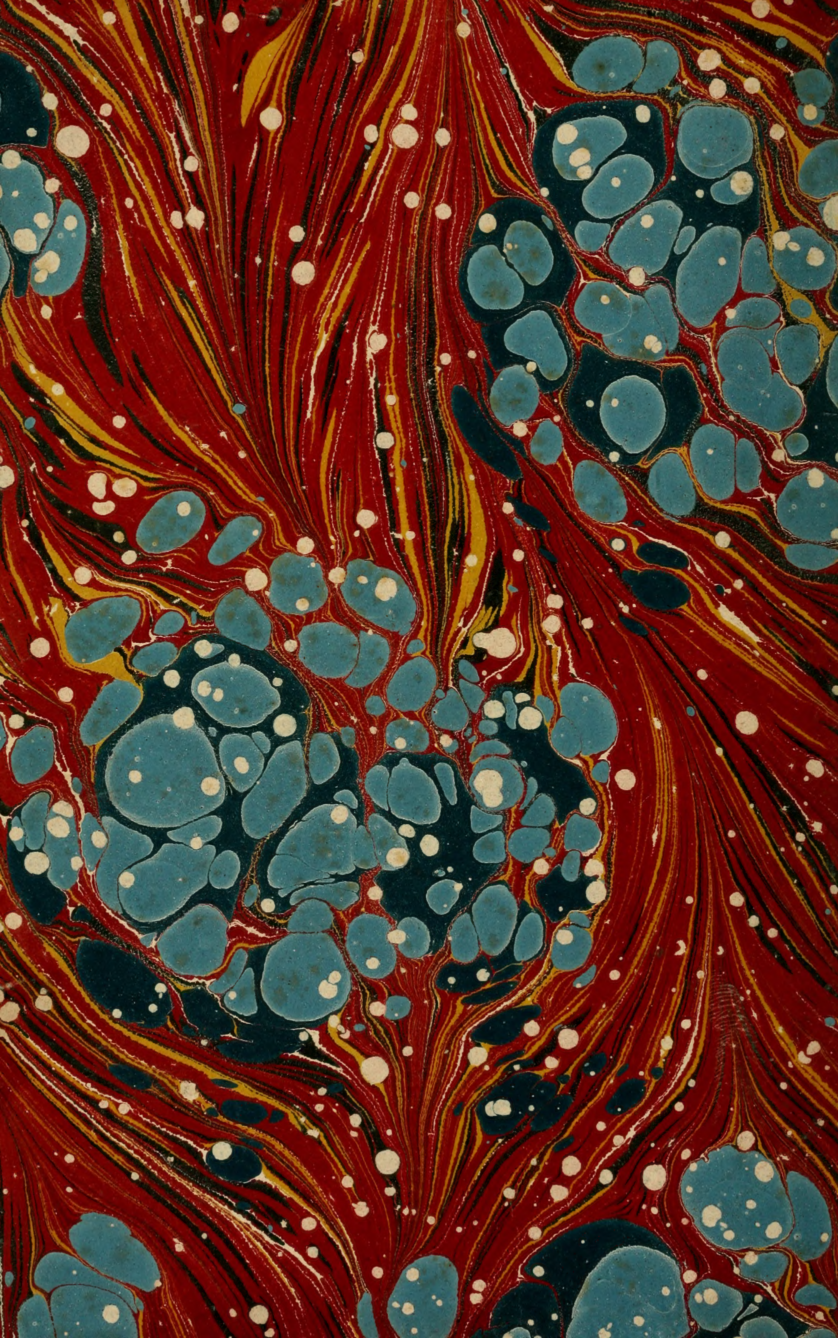
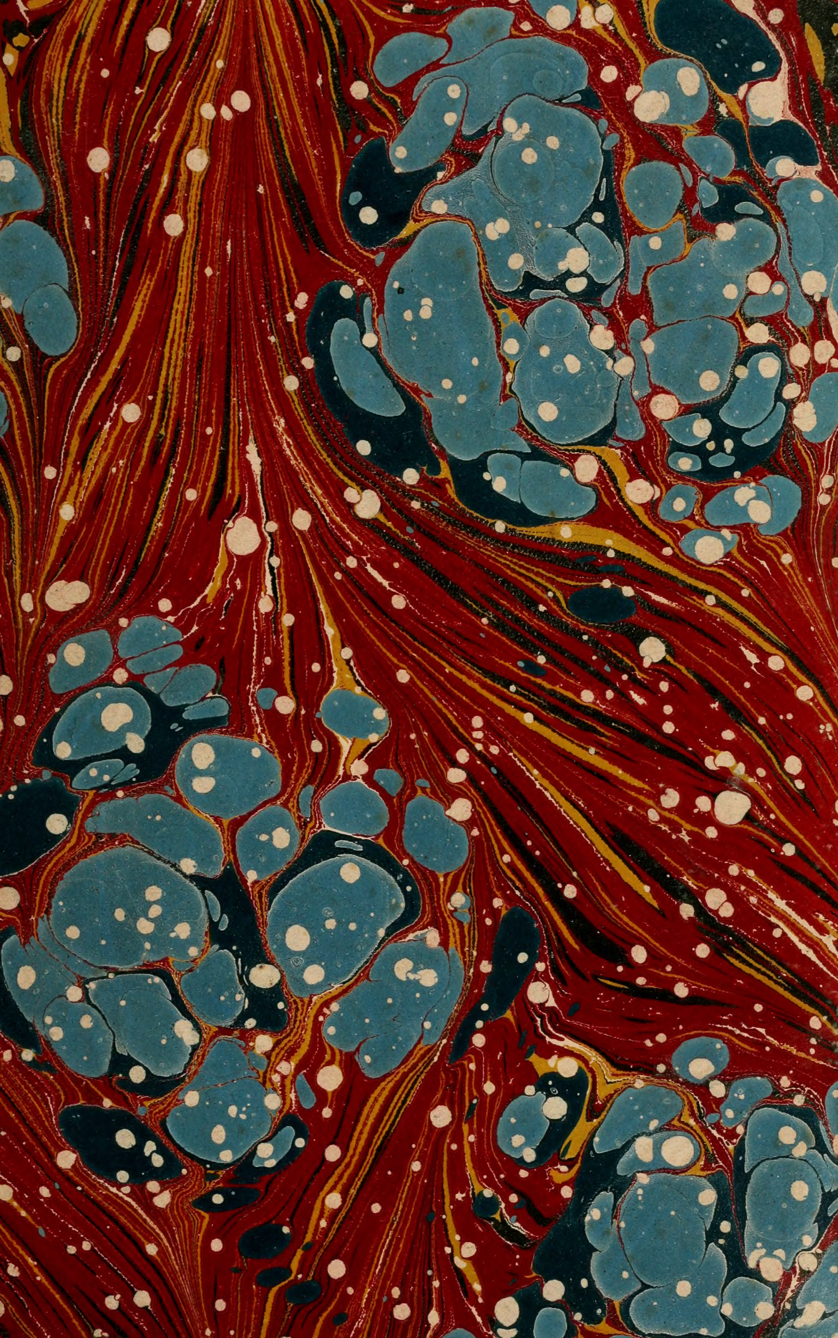






Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Berlin.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

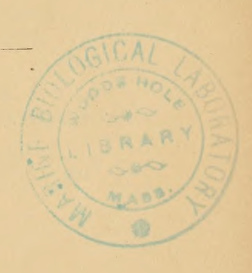
Achtundzwanzigster Band.

Mit 27 Tafeln.

Bonn

Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)

1886.





Inhalt.

Spermatologische Beiträge.

Von

v. la Valette St. George.

Vierte Mittheilung.

Hierzu Tafel I—IV.

In dieser Mittheilung gestatte ich mir, die Resultate neuer Untersuchungen über die Entwickelung und den Bau der Samenkörper bei den Käfern zu veröffentlichen. Als Object für eine eingehende Darstellung der betreffenden Verhältnisse mag der gemeine Weiden-Blattkäfer dienen: andere Coleopteren habe ich benutzt zur Beschreibung einzelner Stadien ihrer Spermatogenese.

Phratora vitellinae.

Die männlichen Geschlechtsdrüsen des Weidenkäfers bilden zwei eiförmige, von oben nach unten abgeflachte Organe von 1—1,5 mm Länge und 0,5—1 mm Breite, welche am Anfange des Hinterleibes zu beiden Seiten des Darmes liegen und aus 10—15 dicht aneinander gedrängten Beeren zusammengesetzt werden, deren Inhalt ein 0,035 mm dicker Ausführungsgang aufnimmt.

Eingebettet in den oft tief gelb gefärbten Fettkörper, umspinnt sie ein feines Tracheennetz, welches sich auf der Aussenhaut verbreitet und in verästelte Endzellen ausgeht, von denen lange, feine Fäden, welchen hie und da ein Kern anhaftet, entspringen.

Entfernt man diese Anhängsel mit der Präparirnadel, so zeigen die einzelnen Drüsenbläschen eine glashelle, sehr dünne Eigenhaut. Vielleicht giebt diese noch eine Anzahl kleiner und

grösserer Fächer ab, durch von der Aussenwand entspringende, sehr feine und schwer zu erkennende Scheidewände gebildet: die Hodenfollikel, welche mit der Entwickelung ihres Inhaltes immer mehr und mehr schwinden würden. Andeutungen davon glaube ich bei Hoden mit unreifem Inhalte gesehen zu haben, während ich solche bei älteren Objecten vollständig vermisse.

In den Follikeln drin, wenn solche noch vorhanden, liegen die Keimkugeln, Samenknospen, Samensprossen, Samenschläuche oder Spermatocysten.

Die Durchsichtigkeit der einzelnen Drüsenbläschen lässt die Spermatocysten in den verschiedensten Entwickelungsstufen in ihrem natürlichen Lageverhältniss erkennen. Sie zeigen sehr verschiedene Grösse und Form.

Die kleinsten und, wie ich demnach annehmen muss, die jüngsten stellten Zellhäufchen dar, als erstes Theilungsprodukt der Samenmutterzelle oder der Spermatogonie, wahrscheinlich durch direkte Zellvermehrung entstanden und aus wenigen, jedoch verhältnissmässig grossen, mit grossem granulirten Kern versehenen Zellen bestehend. Taf. I, Fig. 1.

Bei grösseren Spermatocysten sieht man einen und in günstiger Lage oder bei Umrollen des Objectes zwei, von den Kernen der Samenzellen leicht zu unterscheidende, grosse, helle, bald mit einem runden oder eckigen oder vielen kleinen Kernkörperchen versehene, oft nur eine Art von Fadengerüst zeigende Kerne: die Cystenkerne. Taf. I und II, Fig. 2—20. Es liegen diese eingebettet in ein theils feinkörniges, theils mit gröberen, stark lichtbrechenden Körnern durchsetztes Protoplasma und sind als Zellkerne aufzufassen, deren Zellsubstanz zu einer die Samenzellen einschliessenden Hülle, der Cystenhaut zusammengeflossen ist.

Diese Anschauung habe ich bereits vor fast zehn Jahren durch direkte Beobachtung am Mehlkäfer begründet in nachfolgenden Worten:

„Zerzupft man ein Hodenstückchen der Puppe oder des Käfers gleich nach der Verwandlung, so gewinnt man eine grosse Zahl kleinerer und grösserer Kugeln, welche eine doppelte, einzelne Kerne einschliessende Membran und im Innern einen Haufen von Zellen wahrnehmen lassen. Diese Membran kommt durch eine Aneinanderlagerung einzelner Zellen zu Stande. Man kann sich hiervon überzeugen, wenn man Wasser zusetzt, welches die Zellen

aufbläht und in jeder einen Kern mit granulirtem Inhalt erblicken lässt" [1]).

Erneuern und bestätigen konnte ich diese Beobachtung bei Ranatra linearis und Abbildungen hinzufügen, welche an Klarheit gewiss nichts zu wünschen übrig lassen [2]).

Leider sehe ich mich genöthigt, diese Angaben noch einmal hervorzuheben, weil es trotz derselben keinem Schriftsteller über Spermatogenese gelungen ist, diesen so äusserst wichtigen Punkt: die Entstehung und Weiterbildung der Spermatocysten in's Klare zu bringen.

Da muss denn für den fehlenden Begriff das alte abgebrauchte Wort — „endogene Zellbildung" — herhalten, welches besser ganz aus der Wissenschaft gestrichen werden dürfte, oder man stützt sich auf eine durchaus unbewiesene, auf den schwächsten Füssen stehende Hypothese vom Ausstossen eines weiblichen Elementes aus der doppelgeschlechtlichen Zelle, bezweifelt selbst die Haltbarkeit dieser Theorie und giebt dem Kinde, ohne die Vaterschaft anzuerkennen, den Namen „noyau femelle", nur um ihm überhaupt eine Bezeichnung zu geben, „d'une façon précise", die im Grunde gar nichts ausdrückt [3]).

Was soll man endlich dazu sagen, wenn noch in neuester Zeit die Spermatocyste der Lepidopteren mit Haut und Haar als eine „vielkernige Zelle mit äusserlich aufliegenden kleinen Kernen" aufgefasst und abgebildet wird von einem Autor, welcher noch Kerne aus Körnchen in einer Keimstelle entstehen lässt und diese letztere als eine Riesenzelle ansieht, „deren durch die ganze Zelle vertheilte Kernsubstanz dazu bestimmt sei, im peripheren Theile der Zelle fortwährend durch Abschnürung von Kerntheilen neue Nuclei aus sich zu erzeugen" [4])!

---

1) v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Zweite Mittheilung. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. III. 1867. p. 270, 271.

2) v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Dritte Mittheilung. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. X. 1874. p. 498 u. f. Taf. XXXV, Fig. 19, 20 und 21.

3) G. Gilson, Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes. La cellule. Tome I. p. 36.

4) C. Spichart, Beitrag zu der Entwickelung der männlichen Genitalien und ihrer Ausfuhrgänge bei Lepidopteren. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins. Bonn 1886. p. 1. Taf. I, Fig. 6, Fig. 12.

Kehren wir nach dieser Abschweifung, welche der geneigte Leser verzeihen möge, wieder zu unseren Spermatocysten zurück, die ich in dieser Mittheilung aus obigen Gründen etwas eingehender behandeln möchte.

Zerzupft man den Hoden von Phratora vitellinae mit feinen Nadeln unter einer indifferenten Flüssigkeit, entfernt die Reste des Fettkörpers und der Tracheen, so hat man Spermatocysten in fast allen Entwickelungsstadien vor Augen. Dass hierbei, wie bei allen zarten Objecten, das Präparat vor Druck durch das Deckglas geschützt werden muss, ist so selbstverständlich, dass es des Importes darauf bezüglicher weiser Lehren vom belgischen Nachbarlande her wahrlich nicht bedarf[1]). Wir pflegen über solche Dinge unsere Schüler schon in den ersten Semestern zu unterrichten.

Dass jedoch die von Gilson in Anwendung gebrachte Methode der Untersuchung für so zarte Objecte, wie sie die Spermatogenese bietet, eine viel zu rohe und einseitige ist, habe ich bereits früher hervorgehoben; ob die, von mir befolgte, die feineren Details besser zur Anschauung bringt, wird sich gewiss von anderer Seite her bald erweisen, da die Veränderungen, welche in den Generationsdrüsen stattfinden, eine wahre Fundgrube zur Erforschung des Zellenlebens abgeben und demnach zu neuen Arbeiten auf diesem Gebiete auffordern.

Was nun zunächst die Cystenhaut betrifft, so hat man sich darunter keine dünne, unveränderliche Membran zu denken; sie bildet vielmehr eine zusammenhängende Schicht von Zellsubstanz mit eingebetteten Kernen, welche während der ganzen Dauer des Cystenstadiums die Spermatocyten einhüllt und der Vermehrung derselben durch Grössenzunahme folgt.

Bei kleineren Cysten von etwa 0,02 mm, welche meist noch sphärische Gestalt besitzen, erscheint die Umhüllungshaut sehr zart und sind die Kerne derselben klein, etwa 0,010 mm gross, hell, mit einem runden Kernkörperchen versehen. S. Taf. I, Fig. 2. Die Cystenmembran zeigt ganz feine und daneben einige grössere, stärker lichtbrechende Körnchen, welche beide Arten lebhafte Molekularbewegung bekunden, und liegt den Spermatocyten, welche sie umschliesst, dicht an.

1) G. Gilson l. c. p. 65.

Mit der weiteren Entwicklung der Spermatocyste gewinnt sie an Stärke und besitzt sehr deutlich zu erkennende doppelte Contouren, welche die Kerne zwischen sich einschliessen. Die kleinen und grösseren Körnchen nehmen zu, die Kerne wachsen, zeigen die oben beschriebene Structur und erreichen bei 0,1 mm langen Cysten eine Länge von 0,026 mm mit einer Breite von 0,022 mm. Dabei wird der Dickendurchmesser der Cystenhaut sehr wechselnd. Bei einer runden, 0,052 mm im Durchmesser haltenden Cyste mass sie an einer Stelle der Peripherie 0,007 mm, während sie im übrigen dieser dicht anlag. An, ihrem Inhalte nach, nahezu ausgebildeten Cysten erreichte die Dicke ihrer Umhüllung an einzelnen Stellen einen Durchmesser von 0,021 mm. Hier war der eine Cystenkern 0,014 mm gross, rund, mit einem grösseren unregelmässig geformten Kern-Kern und mehreren kleinen versehen, der andere oval, 0,026 mm lang, 0,019 mm breit, einen 0,003 mm grossen, eckigen Nucleolus zeigend.

Die höchste Zahl der Cystenkerne betrug zwei; wo ich nur einen sah und abgebildet habe, mag dies auf einer ungünstigen Lage des Objectes beruhen.

Ich gehe nun über zur Beschreibung des Inhaltes der Spermatocysten: den Spermatocyten oder Samenzellen und den Spermatiden, wie wir jetzt diejenigen Samenzellen nennen, welche ihre verschiedenen Theilungsphasen hinter sich haben und sich direct in die Spermatosomen oder Samenkörper umbilden.

Zunächst muss ich hier noch einmal die von mir schon mehrfach erwähnte Erscheinung hervorheben, dass bei der Vermehrung der Samenzellen die Abschnürung des Cytoplasma nicht immer mit der Kerntheilung, sei diese eine directe oder indirecte, Hand in Hand geht; eine längst festgestellte Thatsache, welche in der Spermatogenese aller Thiere vorzukommen scheint.

Aus dieser unvollkommenen Theilung der Zellsubstanz resultiren die Bilder, welche so vielfach gesehen worden sind; Zellketten, Zellsprossen, Zelltrauben: da wo das Cytoplasma an einzelnen Stellen noch zusammenhängt; anscheinend zwei- und mehrkernige Zellen: wo zwei und mehrere Kerne von einem gemeinsamen Cytoplasma umgeben werden. Dass jedoch solche Zellcomplexe durchaus nicht als einheitliche Bildungen aufzufassen seien, glaube ich längst erwiesen zu haben. Sie repräsentiren vielmehr eine Summe von Zellen, welche alle Attri-

bute solcher besitzen und als ebensoviel einzelne Zellen erscheinen, als Kerne vorhanden sind.

Zerreisst man eine Spermatocyste, so kann sie ebensowohl in nur einzelne Zellen zerfallen, als in zwei-, drei- und mehrkernige Zellen, welche letzteren dann auch schon mehrfach mit den Spermatocysten selbst verwechselt worden sind.

So bei der Beobachtung unter indifferenten Medien.

Andere Methoden der Untersuchung lassen die Contouren jeder einzelnen Samenzelle in der Cyste auf's deutlichste hervortreten; wiederum andere das Cytoplasma sämmtlicher Spermatocyten zu einem Brei zusammenfliessen, in dem so und so viel Kerne noch sichtbar bleiben.

Beim vorliegenden Objecte sieht man übrigens bei meiner Untersuchungsmethode fast alle Spermatocyten von einander getrennt, nur vereinzelt vielkernige und solche, die wie kleine Träubchen an einander hängen und zweikernige, letztere besonders in dem Stadium der Anaphase.

Da, wo neben dem Kern im Cytoplasma ein Nebenkern auftritt, enthalten die mehrkernigen Zellen immer eben so viele Nebenkerne, wie Kerne — als Spermatocyten, wie als Spermatiden — die Nebenkerne der letzteren wandeln sich sammt den dazu gehörigen Kernen stets in eine gleiche Anzahl von Spermatosomen um.

Es muss demnach aus dem Vorstehenden geschlossen werden, dass die vielfach vorkommende unvollständige Trennung des Cytoplasma bei den Samenzellen für die Spermatogenese selbst bedeutungslos ist.

Um die Entwickelung der Ursamenzellen aus den Geschlechtszellen zu ergründen und die Entstehung der Spermatocysten aus den Spermatogonien genauer verfolgen zu können, war das mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial nicht mehr jung genug; es hätte dabei auf das Larvenstadium der Käfer zurückgegangen werden müssen.

Nur soviel kann ich sagen, dass der Inhalt der kleinsten, von mir untersuchten Cysten aus dicht aneinander liegenden, wenigen Zellen bestand. Grössere Cysten gewannen dadurch die Form einer Maulbeere. Bei einer solchen von 0,060 mm liess sich die Cystenhaut nur schwer, ein scharf umschriebener körniger Cystenkern von 0,008 mm Grösse dagegen leicht unterscheiden; die 0,010 mm grossen Samenzellen zeigten einen sehr grossen, fast

die ganze Zelle ausfüllenden, granulirten Kern und am Rande desselben fast in der halben Peripherie eine sichelförmige Verdichtung des Cytoplasma, in Gentianaserum lebhaft gefärbt, als Anlage des Nebenkerns.

Hierbei will ich die Bemerkung einschalten, dass ich jetzt meist das Gentiana-Violett in Verbindung mit Jodserum anwende und dieselbe Untersuchungsflüssigkeit in einem Tropffläschchen fast ein Vierteljahr hindurch benütze. Nur muss sie gegen Licht geschützt werden, sonst wird die Farbe mehr roth, behält übrigens ihre Tinctionskraft.

Das erste, was sich in der Spermatocyte färbt, ist der Nebenkern in seinen so sehr verschiedenen Formen, weshalb ich Allen, welche denselben studiren wollen, jene Untersuchungsflüssigkeit angelegentlichst empfehlen möchte.

Ohne besonderen Hinweis werden die Veränderungen, welche der Nebenkern in den verschiedenen Entwickelungsstadien der Spermatocyten eingeht, an den darauf bezüglichen Abbildungen leicht zu erkennen sein. Sein erstes Auftreten macht sich als einfache Verdichtung des Cytoplasma, dicht dem Kerne aufliegend, bemerkbar.

Dann erscheint er mit der Kerncontour zusammen im optischen Durchschnitt als Platte eines Siegelringes. Weiterhin nimmt er die Gestalt eines anscheinend homogenen Klümpchens an, welches sich mehr oder weniger vom Kern abhebt und höchst intensiv färbt.

An unserem Objecte lässt sich wiederum leicht nachweisen, dass der Nebenkern eine Fadenstructur besitzt.

Ist er noch erst in geringer Ausdehnung vorhanden, so zeigt er kurze, variköse Fädchen, welche in der Richtung der Kernperipherie neben einander liegen, später nimmt er die Gestalt eines aus einzelnen Fäden zusammengesetzten Bandes an, welches, wie eine Spange, einen Theil der Kernperipherie bedeckt. Wenn er die Form eines Klümpchens angenommen hat, erscheint seine Structur gleichartiger.

Dies Alles wird verständlich, wenn man die Beziehung des Nebenkernes zur Mitose in's Auge fasst und daran festhält, dass er in die Mitose ein- und wieder aus derselben hervorgeht, sich wahrscheinlich an der Bildung der Spindelfäden betheiligt, jeden-

falls, wie ich mit Sicherheit annehmen zu können glaube, nach der Bildung der Tochterkerne das Residuum jener Fäden darstellt.

Die Kerne der Spermatocyten zeigten recht deutlich alle Phasen der mitotischen Theilung, wie ich sie auf Taf. I, Taf. II und Taf. III wieder zu geben versucht habe. Auf ihre eingehende Beschreibung will ich an dieser Stelle verzichten, da mir noch weit schönere Objecte zu Gebote stehen, über welche ich demnächst zu berichten gedenke. Die Karyokinese der Coleopteren ist übrigens von Gilson[1]) und Carnoy[2]) sehr genau erforscht und durch vortreffliche Abbildungen illustrirt worden. Wenn den geehrten Verfassern auch in Folge der einseitigen Untersuchungsmethoden und der Nichtbeachtung anderer Beobachtungen das volle Verständniss aller bei der Samenentwickelung vorkommenden Verhältnisse abgeht, so darf jedoch den eben citirten ebenso fleissigen, wie ausgedehntes Untersuchungsmaterial umfassenden Arbeiten die gebührende Anerkennung nicht versagt werden.

Bei den Spermatiden und ihrer Umwandlung zu Spermatosomen muss ich etwas länger verweilen.

Die Spermatiden bilden, wenn sie aus der letzten Mitose der Spermatocyten hervorgegangen sind, kleine runde Zellen von 0,008 mm Durchmesser. Sie enthalten zwei Körperchen von 0,0026 mm Grösse, welche unter sich sehr verschieden sind. Das eine ist rund, glänzend, homogen und äusserst chromatophil, während das andere Körperchen, weniger lebhaft gefärbt, als ein kleiner Fadenknäuel mit unregelmässigem Contour erscheint.

Das erstere ist als Kern der Spermatide anzusprechen, das zweite, wie ich mit Sicherheit beobachtet zu haben glaube, aus dem Reste der Spindelfasern nach beendigter Mitose hervorgegangen, stellt den Nebenkern dar, Taf. II. Fig. 27. Wenn durch die Entstehungsweise dieses letzten Nebenkernes in der Entwickelungsreihe der Samenzellen nicht seine Bedeutung sicher gestellt würde, so könnte man sehr geneigt sein, ihn seiner chromatophilen Neigung wegen als Kern und den Kern als Nebenkern zu definiren.

Der Nebenkern der Spermatide behält anfangs noch

---

1) l. c. p. 73 u. f. Taf. III, IV u. V.

2) J. B. Carnoy, La cytodiérèse chez les arthropodes. La cellule. T. II. 1865. p. 269 u. f. Taf. IV.

seine fadige Structur, wird jedoch, wie die ganze Zelle länglich und lässt einen feinen, mehr oder weniger varikösen Faden aus der Zelle hervorsprossen: die erste Anlage des Spermatosoms. Darauf nimmt der Nebenkern die Form eines Weidenblattes an mit verdickten Aussenrändern und einer Längsfurche in der Mitte und liegt meist dem Kerne dicht an, ohne jedoch in directe Verbindung mit demselben zu treten. Die lanzettförmige Platte, welche aus dem Nebenkern hervorgeht, verbindet sich nun an ihrer Spitze mit dem Kern, der stets an dem äussersten Theil der Peripherie der Spermatide seine Lage hat, immer kleiner und kleiner wird, bis er endlich ganz verschwindet und verschmälert sich zu einem dünnen Stäbchen, welches an dem freien Ende mässig zugespitzt erscheint und nach hinten in den Faden des Spermatosoms übergeht.

Der in dieser Weise aus dem Nebenkern und Kern hervorgegangene Kopf des Samenkörpers hat eine Länge von 0,012 mm, während der Faden 0,087 mm misst.

Der Kopf bleibt deutlich abgesetzt vom Faden, ist etwas dicker wie dieser und verläuft gestreckt. Die unreifen Samenkörper färben sich in toto; bei den reifen sieht man nur die dicht neben einander liegenden Köpfe gefärbt. Die Fäden sind im Zustande der Unreife dicker und verlaufen gerade — in den Spermatocysten in langen Wellenlinien gebogen.

Stets hängen ihnen kleinere oder grössere Cytoplasmaklümpchen an, wie man auch solche bei reifen Spermatocysten am unteren Ende, oft in ganzen Ballen noch angehäuft, findet.

Mit zunehmender Reife verschwinden jene und der ganze Faden erscheint von einer Schicht Zellsubstanz eingehüllt und krümmt sich dabei spiralig in kurzen Touren, über deren Contour die anhängende Cytoplasmaschicht hinwegläuft und jene theilweise verwischt. Der flimmernde Saumfaden liegt jedoch nur einfach dem anderen an und geht erst bei der Biegung des letzteren mit in die Spirale ein, wovon man sich durch starke Linsen leicht überzeugen kann, was übrigens auch nothwendig aus dem Nachstehenden gefolgert werden muss.

Wenn man die Spermatosomen mit gewissen Reagentien, wie verdünnter Essigsäure, verdünntem Alkohol behandelt und mit Hämatoxylin färbt, so sieht man sehr schön zwei Fäden, von denen der eine, etwas dünner, geradlinig verläuft, der andere kurze Biegungen macht. Die beiden Fäden trennen sich von einander,

indem sich zuerst der gebogene von dem geradlinigen in der Mitte in einer Curve ablöst, bis sie später wie die Schenkel eines Zirkels auseinander fahren. Taf. III, Fig. 37 und 38.

Diese interessante Erscheinung wurde zuerst von Bütschli bei Clythra octomaculata und anderen Insecten sehr genau beobachtet[1]), dann von mir bereits von Phratora vitellinae kurz beschrieben[2]). Sie stimmt offenbar in ihrem ganzen Wesen mit dem überein, was ich darüber früher[3]) und unlängst[4]) bei den Bufonen zu erforschen vermochte und ist dahin zu erklären, dass sich das Cytoplasma in einer besonderen Schicht an den Mittelfaden als schmäleren oder breiteren Saum anlegt und unter gewissen Umständen als zweiter Faden von dem ersten ablöst.

Sehr wichtig scheint mir diese Thatsache für die Auffassung des Baues der Samenkörper überhaupt. Sie könnte wohl zu der Auffassung berechtigen, dass, wie vielleicht auch der Kopf, der Faden des Spermatosoms allgemein von einer besonderen Cytoplasmaschicht eingehüllt würde, welche in verschiedener Form und Weise die ihr ursprünglich inne wohnende Contractilität neben der des Fadens noch besonders zur Aeusserung brächte. Aus dem stärkeren und geringeren Hervortreten dieses Protoplasmamantels nach der Reife der Samenkörper lassen sich dann auch wohl die von einander so sehr abweichenden Angaben bewährter Beobachter über das Vorkommen eines Spiralsaumes an den Schwänzen der Spermatosomen von Säugethieren erklären.

Bei der Bewegung der Samenkörper bleibt der Kopf starr und nimmt nur passiv an derselben Theil; der Faden dreht sich

---

1) O. Bütschli, Vorläufige Mittheilungen über Bau und Entwickelung der Samenfäden bei Insecten und Crustaceen und Nähere Mittheilungen über die Entwickelung und den Bau der Samenfäden der Insecten. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXI. 1871. p. 410 u. 530. Taf. XL, Fig. 6—8.

2) v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Dritte Mittheilung. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. X. 1874. p. 503. Taf. XXXV. Fig. 64 u. 65.

3) v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Vierte Mittheilung. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XII. 1876. p. 807. Taf. XXXV, Fig. 55—66.

4) v. la Valette St. George, Spermatologische Beiträge. Dritte Mittheilung. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXVII. 1886. p. 385 u. f. Taf. XIV, Fig. 2—8.

um seine Längsachse, bohrend und zuckend, oft in längeren Intervallen, mit dem Kopfe voran, wobei dann die Spitze des letzteren in einem Kreisbogen ausschlägt. Bei sehr lebhaft sich bewegenden Samenkörpern ging der Wellenschlag etwa vom oberen Drittel des Fadens an einerseits nach dem Kopfende zu, andererseits nach der Fadenspitze; während bei verlangsamter oder stossweiser Bewegung die Undulation stets von der Schwanzspitze zum Kopfe fortschritt. Es wird sich die Sache wohl so verhalten, dass der undulirende Flimmerfaden vom Kopfe gegen das Fadenende zu schwingt, wodurch dann das Spermatosom sich drehend nach der entgegengesetzten Richtung hin bewegt.

Anhangsweise möchte ich nun noch einige Mittheilungen folgen lassen aus der Spermatogenese einiger anderer Käfer.

Bei Feronia nigra fand ich sehr grosse Spermatocysten mit sehr dicker Cystenhaut vor, deren ich eine auf Taf. IV, Fig. 49 abgebildet habe.

Von Ilybius fenestratus gewann ich sehr instructive Bilder über die erste Entwickelung der Samenschläuche, welche die Theilung der Spermatagonie, von 0,015 mm Grösse, in Spermatocyten und Cystenzellen mit den Cystenkernen zeigten. Taf. IV, Fig. 50—53.

Jüngere und ältere Spermatocysten und das Spermatosom habe ich Taf. IV, Fig. 54—56 von Ocypus olens abgebildet, dessen Kopf, 0,035 mm lang, unmittelbar in den noch nach 24 Stunden lebhaft schwingenden 0,175 mm langen Faden überging, desgleichen von Astynomus aedilis — Spermatocyste lang 0,175 mm, breit 0,087 mm, Kopf der Samenkörper: 0,017 mm, Faden: 0,095 mm lang, Fig. 57 und 58; Samenkörper von Lema melanopa mit 0,035 mm langem Kopfe und 0,157 langem Doppelfaden und Cassida nebulosa in Fig. 60 und 61, welche letzteren ungemein lebendig waren, ein Kopfende von 0,031 mm und einen über 0,175 mm langen Faden besassen, mit schmalem Flimmersaum versehen.

Coccinella bipunctata zeigte Samencysten in verschiedener Entwickelung, Fig. 62 und ein Spermatosom mit 0,043 mm langem Kopfe, welcher dünner als der 0,201 mm lange, lebhaft schlängelnde Faden erschien, dessen Flimmersaum sich übrigens nicht

durch verdünnten Alkohol und Eosin ablösen liess. Das Verhältniss von Samenschläuchen zu den Hodenfollikeln sah ich ganz vortrefflich bei Coccinella septem punctata, Fig. 64. Hier bildeten die Wände der Hodenschläuche vollständige Abtheilungen, in welchen die Samenschläuche eingebettet lagen; mit fortschreitender Entwickelung des Inhaltes der letzteren verschwinden diese Scheidewände.

Eine Samencyste desselben Käfers, deren Inhalt im Begriffe steht, frei zu werden, habe ich in Fig. 65 abgebildet.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I—IV.

Fig. 1—48 sind der Spermatogenese von Phratora vitellinae entnommen.

Untersuchungsmedium: Gentianaserum.

Maassstab für Tafel I und II: 1 = 0,00175, Tafel III: 1,5 = 0,00175, in Tafel IV unbestimmt.

Tafel I.

Fig. 1. Theilungsprodukte der Spermatogonie in ihrer Entwickelung zur Spermatocyste.

Fig. 2. Junge Spermatocyste mit Cystenkern.

Fig. 3, 4 und 5. Weiter entwickelte Spermatocysten mit ihren beiden Cystenkernen.

Fig. 6, 7, 8, 9 und 10. Spermatocysten, deren Spermatocyten den Nebenkern in verschiedener Gestalt zeigen, nebst Prophasen der Kerntheilung ihrer Spermatocyten.

Fig. 11. Spermatocyste mit Spermatocyten in der vollendeten Prophase, der Meta- und Anaphase ihrer Mitosen.

Fig. 12. Spermatocyste mit Spermatocyten in der Anaphase der Theilung.

Tafel II.

Fig. 13. Spermatocyste mit Spermatiden erfüllt, deren glänzende Kerne besonders hervortreten.

Fig. 14. Gesprengte Samencyste mit den beiden Cystenkernen und Spermatiden, welche, dem Ende ihrer Entwickelung nahe, den umgewandelten Nebenkern wie den Kern erkennen lassen.

Fig. 15, 16, 17, 18, 19 und 20. Spermatocysten mit fortschreitender Entwickelung der Spermatiden in Spermatosomen.

Tafel III.

Fig. 21. Spermatocyt mit Spindel und Aequatorialkörnern, von einem Pole aus gesehen.

Fig. 22. Spermatocyt mit Spindel und länglichen Aequatorialkörnern.

Fig. 23. Theilung und Auseinanderweichen der Aequatorialkörner.

Fig. 24, 25 und 26. Entwickelung der Spermatiden aus der Samenzelle.

Fig. 27. Spermatide mit Kern und Nebenkern, der aus dem Reste der Spindelfasern hervorgegangen zu sein scheint.

Fig. 28. Spermatide, aus deren Nebenkern der Samenfaden hervorsprosst.

Fig. 29, 30, 31, 32, 33, 34 und 35. Spermatiden in ihrer Umwandlung zum Spermatosom.

Fig. 36. Spermatosom im Ruhezustande mit hervortretendem Flimmersaum.

Fig. 37 und 38. Spermatosomen, mit verdünntem Alkohol behandelt, wodurch der Doppelfaden erkennbar wird.

Fig. 39—48. Samenzellen mit verschiedenen Formen ihres Nebenkernes.

Tafel IV.

Fig. 49. Spermatocyste von Feronia nigra, Cystenhaut halb durchgetrennt.

Fig. 50, 51, 52 und 53. Spermatogonien von Ilybius fenestratus in ihrer Umwandlung zur Spermatocyste.

Fig. 54. Jüngere Samencyste von Ocypus olens.

Fig. 55. Aeltere Spermatocyste desselben Thieres.

Fig. 56. Spermatosom desselben Käfers.

Fig. 57 und 58. Samencysten von Astynomus aedilis.

Fig. 59. Spermatosom desselben Thieres.

Fig. 60. Samenkörper von Lema melanopa.

Fig. 61. Spermatosom von Cassida nebulosa.

Fig. 62. Stück des Hodens von Coccinella bipunctata mit Samencysten in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung.

Fig. 63. Samenkörper desselben Käfers.

Fig. 64. Oberer Theil des Hodens mit Follikelresten und Spermatocyste von Coccinella septem punctata.

Fig. 65. Samencyste im Auflösungsstadium, von demselben Thiere.

Zur Entwicklung der Gehörschnecke.

Von

Dr. **Benno Baginsky,** Privatdocenten in Berlin.

(Aus dem anatomischen Institut in Berlin.)

Hierzu Tafel V und VI.

Mit vorliegender Arbeit beabsichtige ich einen Beitrag zur Entwicklung der Gehörschnecke des Säugethiers zu liefern; ich habe, wenn auch immerhin die Morphologie nicht ausser Acht gelassen wurde, meine besondere Aufmerksamkeit den histologischen Verhältnissen gewidmet, um so mehr, als hier noch manche Fragen existiren, welche bislang trotz der Arbeiten unserer besten und erfahrensten Histologen noch nicht vollständig beantwortet sind und der weiteren Aufklärung bedürfen. Die grösste Zahl der die Gehörschnecke behandelnden Arbeiten beschäftigt sich mit den histologischen Verhältnissen des bereits vollständig ausgebildeten Organs und wie vielfach, so ist auch hier, gerade das Studium der Entwicklungsvorgänge vielleicht am ehesten dazu angethan, über den histologischen Bau complicirterer Theile gewisses Licht zu verbreiten. Dazu kommt noch, dass seit den besonders wichtigen und hervorragenden Arbeiten von Kölliker[1]), Hensen[2]), Böttcher)[3], Gottstein[4]) u. A., über die Histiogenese der Ge-

1) Kölliker, Der embryonale Schneckenkanal und seine Beziehungen zu den Theilen der fertigen Cochlea. Würzburger Naturwissensch. Zeitschrift 1861, und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere Leipzig 1879.

2) Hensen, Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugethiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII. 1863. p. 481.

3) Böttcher, Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. Dresden 1869.

4) Gottstein, Ueber den feineren Bau und die Entwicklung der Gehörschnecke. Bonn 1871.

hörschnecke grössere und umfassendere Arbeiten eigentlich nicht erschienen sind. Die überaus resultatvollen neueren Arbeiten von Retzius[1]) und Lavdowsky[2]) u. A. behandeln zumeist auch nur die histologischen Verhältnisse der bereits ausgebildeten Schnecke. Ich hielt es desshalb, namentlich auch in Rücksicht auf die Fortschritte der histologischen Technik für lohnend, die Entwicklung der Gehörschnecke von Neuem zu studiren. Mein ursprünglicher Plan, die menschliche Schnecke als Untersuchungsobject zu verwenden, scheiterte bald an dem Mangel brauchbaren Materials und so habe ich das Kaninchen bezw. die Schnecke desselben zum Gegenstand der Untersuchung gemacht.

Die Gehörorgane des getödteten Thieres resp. der Embryonen wurden frisch in Flemming'schem Chrom-Osmiumsäure-Eisessiggemisch conservirt, in Paraffin geschnitten, die einzelnen Schnitte auf dem Deckglas mit 50%-igem Alcohol aufgeklebt und meist mit Safranin gefärbt; kleinere Embryonen, etwa bis zu $1^1/_2$ cm Grösse, wurden im Ganzen in obiges Gemisch gelegt.

Bemerken möchte ich noch, dass ich, um die Arbeit nicht übermässig zu vergrössern, mich nur auf die nothwendigsten litterarischen Angaben beschränkt habe, und dies auch nur in so weit, als es zum Verständniss der folgenden Mittheilungen nothwendig ist. Die Litteratur über die Histologie der Gehörschnecke ist bereits so angewachsen, dass es kaum möglich ist, alle vereinzelten Angaben hier genauer zu registriren[3]).

Ich betrachte zunächst das Wachsthum der Schnecke.

Die erste Anlage der Gehörschnecke und die morphologischen Verhältnisse derselben beim Kaninchen sind bereits von Hensen[4]) und Kölliker[5]) genau beschrieben und gestalten sich in ähnlicher Weise, wie sie Böttcher vom Schaf und Hund verzeichnet hat.

---

1) Retzius, Biologische Untersuchungen. Jahrg. II. 1882. Stockholm.

2) Lavdowsky, Untersuchungen über den acustischen Endapparat der Säugethiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII. p. 497.

3) In dem neuesten Werke von Tafani, l'Organo dell' Udito, Florenz 1885, ist die Litteratur zusammengestellt und verweise ich auf dieselbe. Ueberdies giebt auch Schwalbe in seiner neuen, noch nicht vollständig erschienenen Bearbeitung „Das Gehörorgan", Erlangen 1885, 2. Lieferung, 1. Hälfte, die nöthigen Litteraturangaben.

4) Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. VI. 1873. p. 1 ff.

5) Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. p. 712.

Bei einem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo sind die Windungen der Schnecke bereits vollständig vorhanden; in der Basalwindung (Retzius) ist bereits die Scalenbildung ganz eingetreten, während sie in der Mittelwindung sich eben andeutet und in der Spitzenwindung noch gar nicht existirt. Eine Differenzirung der das Corti'sche Organ darstellenden Elemente zeigt sich deutlich in der Basalwindung, während in den beiden anderen Windungen nur der grosse und kleine Epithelialwulst sichtbar sind. Mit Recht hat Böttcher hervorgehoben, dass das Wachsthum der Schnecke in zweifacher Richtung erfolgt. Böttcher[1]) sagt: „der einmal gebildete Kanal dehnt sich nicht etwa bloss durch Fortentwicklung seiner Spitze aus, sondern streckt sich auf allen Punkten seiner ganzen Länge“ und führt für diese Behauptung gewichtige Gründe an, welche ich für voll berechtigt erachte. Die Frage, worin die Bedingungen des Wachsthums liegen, wird von diesem Autor dahin beantwortet, dass „der nächste Grund des Wachsthums in einer Wucherung der epithelialen Wandelemente liegt und dass aller Wahrscheinlichkeit nach eine lebhafte Theilung derselben statt hat. Böttcher ist es nicht gelungen, „vielleicht in Folge der Rapidität des Vorganges“, die Details des Wachsthums zu ergründen und hier tritt meine Untersuchung zunächst ergänzend ein. Betrachtet man nämlich frühe Stadien der Entwicklung, Embryonen von 0,5 bis 2 cm Grösse, so beobachtet man in den Wandelementen des Ductus cochlearis eine sehr reichliche Karyokinese; und bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass der Theilungsvorgang der epithelialen Elemente sich ausschliesslich nur in einer Zellenschicht abspielt, und zwar in derjenigen, welche dem Hohlraum des Ductus cochlearis zunächst liegt, also an der innersten Zellenschicht, welche ich nach dem Vorgange anderer Autoren desshalb als Proliferationsschicht bezeichnen möchte. Die Karyokinesen zeigen sich auf allen Schnitten der diesbezüglichen Embryonen in der ganzen Circumferenz des Schneckenkanals, sowohl an der späteren unteren Wand, welche zum grossen und kleinen Epithelialwulst auswächst, wie auch an der gegenüberliegenden dünneren Wand. Lässt sich aus der ungefähren numerischen Schätzung der in Karyokinese befindlichen Zellen ein einigermaassen sicheres Urtheil über die Zu-

1) l. c. p. 43 u. ff.

nahme des Zellenmaterials und über die Art des Wachsthums gewinnen, so dürfte in diesen Stadien das Wachsthum des Ductus cochlearis in seiner Totalität ein ziemlich gleichmässiges sein; ein erhebliches Ueberwiegen der karyokinetischen Zellen lässt sich nämlich nirgends nachweisen, dieselben sind vielmehr in dem ganzen Ductus cochlearis gleich verbreitet; der einzige Unterschied, der sich zeigt, ist, dass die untere Wand erheblich dicker, als die gegenüberliegende obere erscheint. Es ergiebt sich hieraus zugleich die Beantwortung der Frage[1]), welche Böttcher offen gelassen hat „ob nämlich mehrere Zellenlagen über einander sich befinden oder ob nur eine einzige die ganze Höhe der unteren Wand des Schneckenkanals einnimmt“, eine Frage, welche auch Kölliker[2]) nicht mit Sicherheit entscheidet. Kölliker sagt, „ich bemerke, dass die Wand an den dickeren, an der ventralen und medialen Seite gelegenen Stellen auch auf feinen Schnitten durch die Lage der Kerne den Eindruck gewährt, als ob dieselben aus mehreren (2–3) Lagen verlängerter Zellen zusammengesetzt sei; nichts desto weniger muss auch hier die Möglichkeit im Auge behalten werden, dass alle Zellen mit ihren Ausläufern beide Flächen erreichen.“ Man kann an gut gelungenen, dünnen Schnitten leicht erkennen, dass an der unteren dickeren Wand des Schneckenkanals mehrere epitheliale Zellenlagen vorhanden sind, deren oberste Schicht sich eben in Karyokinese befindet, während die darunter liegenden Zellen mit ihren Kernen einen derartigen Vorgang nicht erkennen lassen.

Wenn wir die Wachsthumsverhältnisse weiter verfolgen, so finden wir eine sehr bemerkenswerthe Thatsache. Während in den eben bezeichneten Entwicklungsstadien Kerntheilungen sich im gesammten Ductus cochlearis nachweisen lassen zu einer Zeit, in der eine Differenzirung der Elemente noch nicht eingetreten ist, suchen wir bei einem 3 bis 3½ cm grossen Kaninchenembryo, bei dem sich in der Basalwindung der grosse und kleine Epithelialwulst bereits vollständig ausgebildet darstellt, in dieser Windung vergebens nach karyokinetischen Zellen; statt der numerischen Zunahme dagegen sehen wir das bereits vorhandene Material in formativem

1) l. c. p. 46.

2) l. c. p. 713. Kölliker's Angabe bezieht sich allerdings auf die Zusammensetzung der Wand des gesammten Gehörbläschens.

Wachsthum begriffen, die Zellen an der unteren Wand vergrössert und verlängert, den grossen und kleinen Epithelialwulst darstellen. In der Mittelwindung und der sich weiter ausbildenden Spitzenwindung dagegen sind indess an der bereits angegebenen Zellenschicht Theilungsvorgänge noch deutlich nachweisbar, wenn auch in geringerer Zahl, als in den früheren Stadien. Je mehr indess die Schnecke sich weiter differenzirt, desto mehr verschwinden auch in den letzten beiden Windungen die Karyokinesen unter gleichzeitiger weiterer Ausbildung des grossen und kleinen Epithelialwulstes, so dass bei einem 5 bis $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo im Epithel des Schneckenkanals Karyokinesen nicht mehr aufgefunden werden können[1]). In dem den Schneckenkanal umgebenden embryonalen Bindegewebe sind indess Kerntheilungsfiguren noch deutlich nachweisbar, sowohl in diesem Stadium der Entwicklung, als auch in weiter vorgerückteren.

Es ergiebt sich somit, dass das Wachsthum der Schnecke von der ersten schlauchförmigen Anlage bis zur Ausbildung aller Windungen durch Zellvermehrung, die weitere Umgestaltung und Differenzirung dagegen durch Vergrösserung und Umbildung der bereits vorhandenen Elemente stattfindet, und es ergiebt sich weiterhin, dass die Spitze der Schnecke noch wächst, und zwar durch Zunahme der Zahl der Zellen, zu einer Zeit, in welcher die Basalwindung und die Mittelwindung nur Veränderungen formativer Art darbieten[2]).

Mit der Ausbildung der Schneckenwindungen geht die Bildung der Scalen Hand in Hand; dieselbe beobachtete ich zuerst beim Kaninchenembryo von 5 bis $5^1/_2$ cm Grösse; bei einem $3^1/_2$ cm grossen Embryo ist von derselben noch nichts zu beobachten; sie zeigt sich zuerst an der Schneckenbasis und schreitet

1) Auch in den späteren Stadien habe ich im Epithel des Ductus cochlearis bezw. in den aus dem Epithel hervorgegangenen Elementen des Corti'schen Organs u. s. w. Karyokinesen an keiner Stelle auffinden können, ebenso auch nicht an dem bereits vollständig ausgebildeten Organe des erwachsenen Thieres.

2) Vergl. Böttcher l. c. p. 45. Unter Anderem sagt hier Böttcher: „Die Spitze ist daher immer jünger, als alle anderen Theile des Schneckenkanals, während die des Vorhofabschnitts die ältesten sind“ und weiter „die Schnecke zeigt dies Verhalten noch, wenn bereits in der ersten Windung an der unteren Wand deutlich die Sonderung der histologischen Formelemente eingetreten ist, welche zur Entwicklung des acustischen Endapparats führt“.

allmählich nach der Spitze zu fort, so dass sie bei einem 9 cm grossen Embryo in allen Windungen bereits ganz vorhanden ist. Was den Vorgang selbst anlangt, so ist derselbe von Kölliker und Böttcher genauer beschrieben; unter Umwandlung des embryonalen Bindegewebes in Schleimgewebe und unter Schwund desselben vollzieht sich die Hohlraumbildung, wobei ich noch das Verhalten der Gefässe besonders innerhalb der Scala tympani hervorheben möchte, einen Punkt, der, wie es scheint, bisher nicht genügend berücksichtigt worden ist. Kölliker und Böttcher geben an, dass die Scalenbildung zuerst am Vorhofsabschnitt der Schnecke, an der späteren Scala vestibuli stattfindet und fast gleichzeitig auch an der Scala tympani. An den verschiedenen Durchschnitten der Schnecke eines $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo beobachtete ich die Scalenbildung zuerst in der Scala tympani; hier ist der Schmelzungsprocess des Bindegewebes bereits weit vorgeschritten, während in der Scala vestibuli derselben Windung der Umwandlungsprocess des Bindegewebes in Schleimgewebe sich eben einleitet. In der Scala tympani fällt nun das Verhalten der Gefässe besonders auf; der Gefässreichthum in der embryonalen Schnecke ist ausserordentlich gross; man beobachtet in der Circumferenz der Scala tympani mehrere ziemlich breite Gefässe, welche auf dem radialen Querschnitt quer getroffen werden; in der Scala vestibuli sind die Gefässe weniger zahlreich und erscheinen auf dem Querschnitt auch erheblich dünner. Bei dem eben erwähnten $5^1/_2$ cm grossen Embryo beobachtet man nun, wie die Gefässe der Scala tympani unter dem Schwunde des embryonalen Bindegewebes zu cavernösen Hohlräumen zusammenfliessen, welche zunächst noch der Innenfläche des Schneckenkanals anliegen und allmählich unter Verdünnung und Rareficirung der Wände fast vollständig zu Grunde gehen. Aehnlich ist der Vorgang auch in der Scala vestibuli, nur sieht man hier ein directes Zusammenfliessen und Verschmelzen der Gefässe nur äusserst selten.

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Entwicklungsvorgänge an dem Ductus cochlearis und betrachte zunächst die

Aussenwand desselben.

Sie bildet bekanntlich das von Kölliker mit dem Namen „Ligamentum spirale“ belegte Band. Von besonderer Wichtigkeit

ist hier die Stria vascularis, über deren histologisches Verhalten eine Einigung der Ansichten bisher keineswegs erreicht ist. Von dem bereits ausgebildeten Organ sagt Schwalbe[1]): „Von Zellen lassen sich mindestens 2 Schichten unterscheiden, von denen die oberflächlichen eine nach dem Lumen des Schneckenkanals zu scharf abgegrenzte geschlossene Schicht echter Epithelzellen von polygonalen Umrissen formirt. Diese Schicht ist wohl zweifellos aus dem einfachen Epithel der Embryonen abzuleiten. Unter ihr liegen aber noch andere Zellen, welche die Zwischenräume zwischen den Capillaren erfüllen. Auch diese Zellen werden von Retzius[2]) und Anderen als echte Epithelzellen betrachtet und dann hat in der That die Auffassung, die Stria vascularis sei gefässhaltiges Epithel, ihre volle Berechtigung. Es bleibt aber die Schwierigkeit der Ableitung dieser tieferen „epithelialen" Zellen von dem einfachen Epithel des embryonalen Schneckenkanals. Mir würde desshalb mit Gottstein[3]) die Auffassung derselben als eigenthümlich modificirte Bindegewebszellen als die natürlichere erscheinen, wenn nicht die scharfe Abgrenzung dieser Schicht gegen das unterliegende Bindegewebe und der continuirliche Uebergang des gefässhaltigen Epithelstreifens in das benachbarte gewöhnliche Epithel sehr zu Gunsten der Retzius'schen Auffassung sprächen." Ich habe Schwalbe's Auseinandersetzung wörtlich reproducirt, weil sich hieraus die Verschiedenheit der Ansichten am leichtesten ergiebt. Ist die Stria vascularis wirklich ein gefässhaltiges Epithel, wie Retzius glaubt, oder haben wir es mit einer zum Theil bindegewebigen Bildung zu thun, wie Gottstein und Andere es annehmen? Am bereits ausgebildeten Organ ist es in der That schwer, ein bestimmtes Urtheil über die histologische Beschaffenheit der Stria vascularis zu gewinnen und hier hilft die Untersuchung der Entwicklungsvorgänge über die Schwierigkeiten hinweg. Retzius selbst hat die Frage vom embryologischen Standpunkte aus nicht untersucht.

Bei einem $3^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo besteht die

---

1) Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 2. Lieferung. 1. Hälfte. Erlangen 1885. p. 352.

2) Biologische Untersuchungen. Jahrg. II. 1882. p. 102.

3) Gottstein, Ueber den feineren Bau und die Entwicklung der Gehörschnecke beim Menschen und den Säugethieren. Bonn 1871.

äussere Umhüllung des Ductus cochlearis bereits aus 2 Schichten, einer äusseren, mehr lockeren Bindegewebsschicht, und einer inneren, dem Ductus cochlearis dicht anliegenden, mehr zellenreichen Bindegewebslage, welche jetzt schon eine gewisse nachbarliche Beziehung zum Schneckenkanal zu erkennen giebt. In beiden Schichten, sowohl der äusseren, wie der inneren, zeigen sich auf dem Querschnitt quer und längs durchschnittene Gefässe, welche indess in der äusseren zahlreicher erscheinen. Der Ductus cochlearis selbst erscheint auf dem Querschnitt fast eiförmig; die innere Bindegewebslage zieht sich zum Theil auch noch auf die obere und äussere Wand des Schneckenkanals hin. In dem nächstfolgenden untersuchten Stadium, einem $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo, ist das Verhalten der äusseren Wand im Wesentlichen noch dasselbe, wie im vorhergehenden Stadium. Es bildet sich das Perichondrium (Periost) aus; dem entsprechend beobachtet man eine der knorpligen Kapsel anliegende dünnere und festere Bindegewebslage; alsdann folgen jene oben näher bezeichneten beiden Bindegewebsschichten; die innere Lage hat sich nur noch dichter dem Ductus cochlearis angeschlossen und stellt sich jetzt in Form eines zellenreichen Streifens dar, mit geringer Zwischensubstanz und vereinzelten Karyokinesen. Die Zwischensubstanz erscheint jetzt im Vergleich mit dem vorhergehenden Stadium etwas reducirt und dementsprechend liegen die Zellen noch dichter an einander. Fig. I a stellt die innere Lage dar und man sieht auf dem Schnitte eine Menge Gefässe, welche bis an das Epithel der Ductus cochlearis heranreichen. Der Ductus cochlearis selbst hat an Ausdehnung gewonnen, und erscheint im Querschnitt dementsprechend grösser; in der Basalwindung (Fig. I) ist die Scalenbildung beinahe vollendet und die Differenzirung der einzelnen Elemente des Corti'schen Organs nachweisbar. Die äussere Wand erscheint, wie es Böttcher vom Schaf beschrieben hat, fast gleichmässig nach aussen convex. Die Epithelien des Ductus cochlearis sind hier kubisch und verhalten sich genau so, wie Böttcher sie von der Katze beschrieben hat. Im Paukenwinkel (Fig. I b) werden die Epithelien höher und cylindrisch; ihre Abgrenzung nach aussen gegen die ihr benachbarte Bindegewebsschicht ist eine ganz scharfe.

Bei einem $7^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo erfahren nun die Verhältnisse der Aussenwand in zweifacher Richtung eine Aende-

rung; sie betrifft einerseits das Epithel des Ductus cochlearis, andererseits die ihr anliegende Bindegewebsschicht. Was das Epithel der Aussenwand des Ductus cochlearis betrifft, so zeigen sich Veränderungen sowohl in den kubischen Epithelzellen (Fig. IIc) als in den hohen Cylinderzellen (Fig. IIb). Während bisher, abgesehen von der verschiedenen Grösse der Zellen, sich Unterschiede in dem sonstigen Verhalten derselben (gegen die Färbung u. s. w.) nicht zeigten, beobachtet man in diesem Stadium, wie die grossen Cylinderzellen sich nach aussen verlängern und Fortsätze aussenden in den sie umgebenben Bindegewebsstreifen, gleichsam, um sich daselbst eine grössere Fixirung zu verschaffen (Fig IIb und Fig. IIIb). Während dieses Vorganges an den grossen Epithelien, durch den die Zellen an Grösse zunehmen, tritt an den kubischen Epithelzellen ein mehr atrophischer Process zu Tage. Die Zellen, welche vorher deutlich von einander abgegrenzt (Fig. Ic) einen schönen grossen Kern mit Kernkörperchen und reichlichem Protoplasma zeigten, lassen bald nur mit Mühe ihre Umrandung deutlich erkennen; die Zellen werden kleiner und die Zellgrenzen undeutlich; das Protoplasma wird körniger und die Zellen nehmen im Allgemeinen eine mit Safranin viel intensivere Tinction an. Zugleich fängt auch die bisher scharfe Abgrenzung gegen das sie von aussen deckende Bindegewebe sich zu verwischen an. Die bisher scharfe Umrandung bekommt einen unbestimmten welligen Charakter; die Grenze, wenn auch etwas undeutlich, lässt sich indess immerhin noch erkennen. Die in Frage stehende Bindegewebslage, welche dem Ductus cochlearis innig anliegt, zeigt in so fern eine Umwandlung, als eine Auflockerung derselben jetzt nachweisbar ist (Fig. IIa, Taf, VI). Es rücken die Bindegewebskörperchen mehr aus einander und die Zwischensubstanz erscheint reichlicher und die ganze Lage erheblich verbreitert; hier und da zeigen sich noch Karyokinesen und zahlreiche Blutgefässe, welche bis dicht an das Epithel heranreichen. Durch den eben beschriebenen Vorgang wird die Bildung der Stria vascularis eingeleitet und man kann mit Sicherheit bis jetzt nachweisen, dass die Gefässe nicht dem Epithel, sondern dem Bindegewebe angehören, ebenso, dass sie bis an die Epithelgrenzen heranreichen, aber nicht im Epithel liegen. Den weiteren Vorgang kann man nun an einem 10 cm grossen Kaninchenembryo studiren. Hier beobachtet man, dass das Epithel des Ductus cochlearis noch

weiter zusammensintert und dass die Zellen fast nur noch als dunkle Kerne erscheinen (Fig. III c); zugleich zeigt der dem Ductus cochlearis dicht anliegende Bindegewebsstreifen einen Verdichtungsprocess, der sich in der Verkümmerung der Zwischensubstanz und dem Aneinanderrücken der geschrumpften und verkleinerten Bindegewebskörperchen kund giebt; hervorzuheben ist noch, dass die hochgradig veränderten Epithelzellen des Ductus cochlearis kurze Fortsätze zu den im Bindegewebe gelegenen Gefässen aussenden, durch welche die Verschmelzung des epithelialen Schneckenkanals mit dem Bindegewebsstreifen eine noch innigere wird. Die Gefässe liegen jetzt den so veränderten Epithelien dicht an und betrachtet man die jetzige Form der Stria vascularis, so würde man ohne Kenntniss des Entwicklungsganges in der That zu der Meinung verleitet, dass es sich um ein gefässhaltiges Epithel handelt, während doch entwicklungsgeschichtlich mit Sicherheit die bindegewebige Abkunft derselben sich ergiebt. Damit widerlegt sich die von Retzius vertretene Anschauung; und was die Abgrenzung dieser Schicht gegen das unterliegende Bindegewebe anlangt, so ist sie durchaus nicht so ausserordentlich scharf, wie Schwalbe es hervorhebt; an einzelnen Stellen sieht man mehr oder weniger allmähliche Uebergänge zu dem unterliegenden Bindegewebe (Fig. III a).

Was nun die weiteren Verhältnisse der Aussenwand betrifft, so habe ich bereits der durch lange Fortsätze sich auszeichnenden Zellen des Schneckenkanals Erwähnung gethan; dieselben befinden sich in der Nähe des Paukenwinkels (Reichert) und ihre Fortsätze schieben sich verzweigt in das benachbarte Bindegewebe ein; bei dem $7^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo sind die Fortsätze noch sehr kurz; deutlicher erscheinen sie in den folgenden Stadien (Fig. III b); hier kann man sie ziemlich weit in das Bindegewebe hinein verfolgen; über ihren Verbleib indess vermag ich keine Auskunft zu geben, namentlich ist es mir nicht gelungen, trotz aller Mühe, einen Zusammenhang der Fortsätze mit Bindegewebskörperchen aufzufinden.

In der Betrachtung folgt nun weiter

Die Entwicklung des grossen und kleinen Epithelialwulstes.

Ueber die morphologische Entwicklung habe ich den Angaben von Böttcher kaum etwas hinzuzufügen; der grosse epitheliale Wulst füllt den ganzen Sulcus spiralis internus aus und an ihn

schliesst sich nach aussen an der kleine epitheliale Wulst, aus dem sich das Corti'sche Organ entwickelt. Die erste Ausbildung dieser Epithelialwülste beobachtete ich, wie bereits angegeben, in der Basalwindung eines $3^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo.

Betrachten wir zunächst den grossen Epithelialwulst, so besteht derselbe, wie Böttcher dies bereits angiebt und was ich bestätigen kann, aus einer einschichtigen Zellenlage. Die Zellen sind spindeförmig, langgestreckt, an beiden Enden, sowohl dem oberen als dem unteren, sich verschmälernd; die Zellkerne sind von ovaler Gestalt und liegen nur in der mittleren und unteren Partie des Wulstes, während sie im oberen Drittel fehlen. Ganz besonders überzeugend für die einschichtige Lage sind ganz dünne Schnitte, auf denen man die einzelnen Zellen von der Basis bis zur Spitze genau übersehen kann. Gehen wir auf die ursprüngliche Anlage zurück, so sehen wir, dass da, wo jetzt nur eine einschichtige Zellenreihe sich befindet, früher mehrere Zellenlagen vorhanden waren, deren oberste in Karyokinese sich befand und es ist der Vorgang unzweifelhaft nur so zu erklären, dass bei der Grössen- und Breitenzunahme der Schnecke und des Schneckenkanals die Zellen, welche früher zum Theil neben, zum Theil über einander lagen, jetzt nur neben einander zu liegen kommen und entsprechend der Höhenzunahme der Schnecke nun auch der Länge nach auswachsen. Den Zellen aufliegend erscheint die Membrana tectoria als eine radiär gestreifte Membran und man beobachtet besonders da, wo durch Zufall die Membran von den Zellen losgelöst erscheint, an dem oberen etwas zugespitzten Ende der Zellen kleine punktförmige Riffe, an denen noch kleine abgerissene Fäden, der Membrana tectoria angehörig, und, wie es scheint, dem Zellprotoplasma entstammend, sichtbar sind (Fig. I d). Gegen die basalen Enden der Zellen und zwischen dieselben senden die der tympanalen Belegschicht angehörigen Bindegewebskörpchen feine Fortsätze aus. Ueber das weitere Verhalten des grossen Epithelialwulstes hat bereits Hensen genaue Beobachtungen angestellt und diesbezügliche Mittheilungen gemacht, denen sich diejenigen von Böttcher anschliessen; für das Kaninchen kann ich eine Bestätigung der bisherigen Anschauungen erbringen, ohne in der Lage zu sein, hier etwas thatsächlich Neues hinzufügen zu können; auch mir ist es nicht gelungen, den Rückbildungsmodus, welcher am grossen Wulst in den weite-

ren Entwicklungsstadien sich kund giebt, erforschen zu können, obschon ich auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit besonders gelenkt hatte.

Wichtiger, als der grosse Epithelialwulst, ist der kleine, aus dem sich das Corti'sche Organ entwickelt; und hier giebt es noch eine Reihe von Punkten, welche der Aufklärung bedürftig sind; ganz besonders erscheint zunächst die Entwicklung der Stäbchen oder Bogenfasern noch nicht so klar dargestellt, als es wünschenswerth wäre. Kölliker und mit ihm Hensen und Middendorp leiten die Bogenfasern aus den beiden ersten Zellen des kleinen Epithelialwulstes ab, während Böttcher auf Grund seiner Untersuchung die Ansicht vertritt, dass beide Stäbchen aus einer einzigen Zelle entstehen. Die Bedenken gegen die von Böttcher aufgestellte Behauptung hat Hensen[1]) bereits hervorgehoben und ich habe zunächst diese Frage zu erledigen versucht. Auf Grund meiner Untersuchungen muss ich die Böttcher'schen Beobachtungen für irrthümlich erklären. Der Vorgang gestaltet sich folgendermassen. Während noch bei einem $3^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo eine Differenzirung im kleinen Epithelialwulst nicht zu sehen ist, treten bei einem $5^1/_2$ cm grossen Embryo folgende Veränderungen in demselben zu Tage. Man beobachtet zunächst (Fig. I 1) hart an der Grenze des grossen und kleinen Epithelialwulstes eine eigenthümliche flaschenförmige Zelle, welche die innere Hörzelle darstellt; hieran schliessen sich nach Aussen zwei Zellen, welche die ganze Höhe des kleinen Wulstes einnehmen und welche sich zu der inneren und äusseren Bogenfaser oder den Pfeilern, dem inneren und äusseren entwickeln (Fig. I 2 und 3); es folgen alsdann 3 weitere Zellen, die äusseren Hörzellen 4, 5, 6, und unter ihnen liegend noch 3 Kerne, welche den Deiters'schen Zellen angehören; weiter nach Aussen folgt dann das kubische Epithel, welches sich zu den Hensen'schen Stützzellen entwickelt.

Es zeigen sich somit, wie dies die genannten Autoren ausser Böttcher angeben, bei der ersten Differenzirung 2 Anlagen für die beiden Bogenfasern; nur sind es nicht, wie Kölliker meint, die beiden ersten Zellen des kleinen Epithelialwulstes, sondern die zweite und dritte Zelle desselben; die erste Zelle wird, wie ich Böttcher zustimmen kann, zur inneren Hörzelle. Gegen die von

1) Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. VI. p. 12.

Böttcher vertretene Anschauung, dass beide Bogenfasern aus einer Zelle durch Theilung entstehen, spricht auch noch die Thatsache, dass eine Theilung der vermeintlichen Zelle durch Karyokinese niemals nachweisbar ist.

Betrachten wir die weitere Entwicklung der Bogenfasern etwas genauer, so ergeben sich folgende Verhältnisse. Zunächst muss ich im Allgemeinen bemerken, dass, obschon später die äussere Pfeilerzelle grösser ist, als die innere, in den früheren Entwicklungsstadien gerade das umgekehrte Verhältniss vorwaltet; hier erscheint die innere der äusseren in der Entwicklung stets voran. Uebrigens hat auch Böttcher[1]) dies schon beobachtet, indem er sagt: „Die innere Bogenfaser ist anfangs länger, als die äussere, dann werden sie einander gleich, schliesslich aber überwiegt letztere.“ Ich finde die innere nicht nur länger, als die äussere, sondern auch erheblich breiter und das ist auch wahrscheinlich der Grund, warum Böttcher bei der Deutung in einen Irrthum verfallen ist. Betrachtet man nämlich nur einen Schnitt, so kann es vorkommen, dass man auf demselben nur die innere Bogenfaserzelle getroffen hat, während die äussere ganz fehlt. Hier hilft allein nur eine Serienschnittreihe und der Vergleich aller Schnitte, und da überzeugt man sich mit Leichtigkeit, dass wir es in der That mit zwei Zellen zu thun haben; ganz abgesehen davon, dass auf verschiedenen Schnitten gelegentlich beide Zellen getroffen und dem Auge sichtbar werden, bieten auch die einzelnen Schnitte bezüglich dieses Punktes verschiedene Bilder dar; einmal erscheint nur die innere Pfeilerzelle allein in ihrer vollen Erscheinung und es fehlt die äussere Pfeilerzelle ganz, das andere Mal sieht man nur einen Theil der inneren Pfeilerzelle und entweder die ganze äussere Pfeilerzelle oder auch nur einen Theil derselben, vielleicht den Kern u. s. f.

Bei dem $5^1/_2$ cm grossen Embryo erscheinen nun die beiden Pfeilerzellen langgestreckt, cylindrisch, nach oben etwas spitz abgerundet, und sie nehmen, indem sie gegen einander convergent stehen, die ganze Höhe des kleinen Epithelialwulstes ein. Das Protoplasma, besonders der inneren Zelle, ist äusserst zart und fein granulirt[2]). Die Kerne liegen in beiden ziemlich basal

1) l. c. p. 87.

2) In Fig. I 2 u. 3 sind die inneren Pfeilerzellen auf dem Schnitte ganz getroffen, während von der äusseren Pfeilerzelle nur ein Theil zu sehen ist.

und sind rundlich oval. Bei einem $7^1/_2$ cm grossen Embryo haben sich die Verhältnisse etwas verändert; die Zellen erscheinen etwas kürzer und breiter und namentlich die innere Zelle und, was besonders an dieser auffällt, ist eine streifige Zeichnung des Protoplasmas; man sieht namentlich bei stärkerer Vergrösserung im Protoplasma ganz feine Streifen, welche in der Richtung von oben nach unten herunterziehen und beinahe bis an den Kern reichen. Bemerkt sei, dass die streifige Umwandlung des Protoplasmas an der inneren Zelle früher nachweisbar ist, als an der äusseren, Fig. V 2 und 3. In der weiteren Entwicklung, bei einem $8^1/_2$ bis 9 cm grossen Embryo (Fig. VI), sehen wir nun, dass die Zellen sich vergrössern, die Zellkerne in gleicher Weise an Grösse zunehmen und die Streifung des Protoplasmas noch deutlicher wird; während bisher die Zellen dicht an einander lagen, sieht man in diesem Stadium dieselben an der Basis aus einander gerückt. Es scheint, als ob für die letztere Erscheinung zwei Ursachen in Frage kämen; einmal die Verlängerung der Zellen im Verein mit einer erheblichen Breitenzunahme der Membrana basilaris und andererseits die Vergrösserung der Zellkerne selbst. Er wäre denkbar, dass durch den Druck, welchen die Zellkerne gegen einander ausüben, die Pfeiler zum Theil direct aus einander gedrückt werden; und für die Richtigkeit dieser Anschauung scheinen namentlich Bilder zu sprechen, welche ich wiederholt zu sehen Gelegenheit hatte, in denen die stark vergrösserten Kerne dicht an einander lagen. Die weitere Umwandlung der Pfeilerzellen kann man nun an einem 13 cm grossen Embryo (Fig. VII) sehen; hier zeigen sich die Pfeiler in ihrer fast vollständigen Ausbildung; die Pfeilerzellen sind an ihrer Basis noch weiter aus einander gerückt und das Protoplasma hat sich noch weiter umgewandelt; die innere Zelle zeigt an ihrer medialen, die äussere an ihrer lateralen Seite ein streifiges Aussehen, während noch an der Basis und an der lateralen Seite der inneren Zelle und an der medialen der äussern Reste des Protoplasmas vorhanden sind. Der innere Pfeiler erscheint noch erheblich länger, als der äussere und letzterer breiter als ersterer. Die Zellkerne liegen nach wie vor basal und bleiben schliesslich als Bodenzellen zurück. Die Angabe von Böttcher[1]), wonach in der inneren Bodenzelle öfters 2 Kerne sichtbar sind,

---

1) l. c. p. 84.

konnte ich an meinen Präparaten nicht bestätigen. Bei einem 2 Tage alten Kaninchen fand ich noch die nämlichen Verhältnisse vor, wie ich sie von dem 13 cm grossen Embryo beschrieben habe, so dass also die vollkommene Ausbildung der Pfeiler, wie wir sie beim erwachsenen Thiere vorfinden, erst postembryonal erfolgt. Ich möchte nicht unterlassen, hervorzuheben, dass ich nach der sorgfältigen Untersuchung von Hensen und dessen genauen Messungen, welche durch Böttcher und Middendorp bestätigt worden sind, es absichtlich unterlassen habe, auf weitere Details hier einzugehen.

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Entwicklung der Hörzellen, und zwar zunächst zur inneren Hörzelle. Wie Böttcher bereits angegeben hat, zeigt sich die Anlage derselben in der ersten Cylinderzelle des kleinen Epithelialwulstes. Nach diesem Autor „sitzt sie mit breiter Basis der Grundmembran auf und schliesst einen einzigen Kern ein, welcher sich meist in dem oberen Theile der Zelle befindet. Bei seitlicher Ansicht sieht man, dass dieselbe, indem sie sich von der Membrana basilaris erhebt, eine sanfte mit ihrer Concavität nach Aussen sehende Krümmung macht. Die Zellensubstanz erscheint in allen Theilen von gleichmässig fein granulirter Beschaffenheit. Aus dem oberen schräg abgestumpften Ende ragen nach Ablösung der Corti'schen Membran feine haarartige Fortsätze zuweilen von beträchtlicher Länge hervor"[1]. Böttcher hat dann einen eigenthümlichen Entwicklungsmodus an dieser Zelle beschrieben, dahin gehend, dass sie sich in der Mitte in 2 Abtheilungen scheidet, in eine obere, aus der sich eine grosse Zelle, und in eine untere, in der sich 2 kleinere Zellen bilden; diese 3 Zellen bleiben mit einander in Verbindung durch Fortsätze und Böttcher unterscheidet sie als obere innere und untere innere Hörzelle. Die Böttcher'schen Angaben kann ich nicht bestätigen und schliesse mich hier den Mittheilungen anderer Forscher, besonders Retzius[2], an.

Bei dem bereits erwähnten $5^1/_2$ cm grossen Embryo zeigt sich die innere Hörzelle als cylindrische Zelle mit breitem abgerundetem Ende, welche nicht, wie Böttcher angiebt, die ganze Höhe des Wulstes einnimmt, sondern nur einen Theil desselben (Fig. I 1), und zwar den oberen. Bereits in diesem frühen Stadium unter-

1) Hensen l. c. p. 497 u. ff.

2) l. c. p. 133.

scheidet sie sich von den äusseren Hörzellen dadurch, dass ihre Form eine andere ist und dass ihr Protoplasma viel körniger erscheint und sich mit Safranin viel dunkler färbt; der Kern ist gross, rund und stark granulirt. Uebrigens findet auch Retzius[1]) dieselben Merkmale an der inneren Hörzelle (Haarzelle) des ausgebildeten Organs. Man beobachtet jetzt schon an ihr eine ovale obere Endscheibe (Retzius) mit deutlichen Haaren. Der Zwischenraum zwischen dem abgerundeten Ende und dem basalen Theile des Wulstes wird erfüllt von mehreren Zellkernen, zu Zellen augenscheinlich gehörig, deren durchschnittene Fortsätze medial und zum Theil lateral von der inneren Hörzelle erscheinen. Ganz besonders bemerkenswerth ist das Verhalten zweier dicht unter der inneren Hörzelle gelegenen Zellen in dem nächstfolgenden von mir untersuchten Stadium, einem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo (Fig. II und Fig. V f). Hier glaubt man bei oberflächlicher Betrachtung in der That Bilder zu erhalten, wie sie Böttcher beschrieben hat. Bei genauerer Untersuchung indess (Leitz $\frac{1}{12}$ Ocular III) überzeugt man sich, dass diese Zellen mit den inneren Hörzellen gar keinen Zusammenhang haben, dass vielmehr die innere ihren Fortsatz medial, die äussere lateral von der inneren Hörzelle nach oben gegen die obere Begrenzung des grossen bezw. kleinen Epithelialwulstes sendet. Und ganz besonders auffallend ist das Verhalten dieser lateral von der inneren Hörzelle gelegenen Zelle; sie zeigt nämlich in allen weiteren Entwicklungsstadien das nämliche Verhalten, wie wir es an den Deiters'schen Zellen sehen, so dass wir sie als eine denselben homologe betrachten können und sie aus den von Retzius und Schwalbe[2]) angegebenen inneren Stützzellen noch besonders hervorheben müssen. Was die weitere Entwicklung der inneren Hörzellen anlangt, so wäre in den weiteren Stadien nur noch die Vergrösserung derselben zu bemerken; einen basalen Fortsatz habe ich an ihr niemals beobachten können, womit indess die Möglichkeit der Existenz eines solchen nicht ausgeschlossen ist.

Was nun weiter die äusseren Hörzellen anlangt, so habe ich ihre erste Differenzirung, wie bereits angegeben, in der Basalwindung des $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo gesehen; auch sie nehmen

---

1) l. c. p. 133.

2) l. c. p. 369.

nicht die ganze Höhe des kleinen Epithelialwulstes ein, sondern unter ihnen liegen noch die Deiters'schen Zellen und vereinzelte Kerne, welche wahrscheinlich tiefer liegenden Schichten angehören. Sie stellen cylindrische Zellen dar (Fig. I 4, 5, 6), mit einem feinkörnigen Protoplasma und einem ovalen Kern; sie unterscheiden sich, wie bereits angegeben, von den inneren Hörzellen durch ihr Aussehen und namentlich durch geringere Tingirbarkeit mittels Safranin; ich fand in allen Schnitten dieses Stadiums die Zellen unten abgerundet, einen basalen Fortsatz konnte ich nicht beobachten. Wie bereits Böttcher hervorgehoben hat, stehen sie zunächst steil mit ihrer Längsaxe gegen die Basilarmembran gerichtet, ein wenig nach Aussen, und in den folgenden Stadien wird ihre Stellung eine allmählich schrägere (Fig. II und Fig. V, VI). An diesen Zellen haben viele Autoren einen dünnen Fortsatz beobachtet, welcher sich bis an die Basilarmembran erstreckt. Retzius dagegen fand, dass diese Zellen niemals wirkliche Fortsätze zu den Nachbarzellen aussenden und nie zugespitzt nach unten hin in einen langen Faden auslaufen; „das, was man dafür gehalten hat, gehört den angrenzenden Deiters'schen Zellen an."[1] Fig. VII lässt indess Zweifel aufkommen, ob die von Retzius vertretene Anschauung richtig ist. Lange Zeit habe ich mich der Ansicht von Retzius anschliessen zu müssen geglaubt, zumal ich, wie bereits angegeben, einen basalen Fortsatz an den äusseren Hörzellen nicht habe auffinden können; an einzelnen Schnitten indess ist es mir gelungen, die basalen Fortsätze zu sehen und mich von der sicheren Existenz derselben zu überzeugen; es hängt eben ganz und gar von der Schnittrichtung ab, ob man die Fortsätze der Länge nach trifft und sie so zur Darstellung bringt. In Fig. VII sieht man deutlich, wie die Fortsätze direct von den Hörzellen ausgehen und der Membrana basilaris zustreben; mit starker Vergrösserung kann man mit Sicherheit constatiren, dass diese Fortsätze nicht den angrenzenden Deiters'schen Zellen angehören.

Betreff der Entwicklung der Deiters'schen Zellen habe ich den Angaben Böttcher's nichts Wesentliches hinzuzufügen; ich beobachtete die erste Differenzirung bei dem $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo Fig. I 7; hier sieht man neben der äusseren Pfeilerzelle, lateral von ihr, 3 länglich ovale Kerne; dieselben sind

1) l. c. p. 128.

kleiner, als die Kerne der Pfeilerzellen und liegen etwas höher, als letztere. In der weiteren Entwicklung Fig. II 7 liegen die Kerne der Grundmembran auf und haben ihre Stellung entsprechend der schrägeren Richtung der äusseren Hörzellen auch etwas verändert. Vom Protoplasma ist weder in diesem Stadium, noch in den vorhergehenden eine deutliche Ansicht zu gewinnen. Bei dem 13 cm grossen Embryo Fig. VII erscheinen dagegen die Zellen deutlich mit ihrem Kern; dieselben zeigen ein abgerundetes Ende, in dem der grosse granulirte Kern liegt und sie liegen fast unmittelbar der Basilarmembran auf; man beobachtet hier an ihnen Fortsätze, welche sich nach oben zwischen den äusseren Hörzellen zur Membrana reticularis begeben. Die so schwierige und viel discutirte Frage, wie sich die Deiters'schen Zellen zu den äusseren Hörzellen verhalten, ob sie mit einander innig verbunden sind und mit ihr eine Zwillingszelle bilden (Gottstein, Waldeyer), oder ob sie mit einander nur nachbarlich zusammenhängen, eine Frage, welche von Retzius wieder untersucht worden ist, habe ich an meinen Schnittpräparaten nicht erledigen können; Retzius giebt im Uebrigen an, dass es ihm gelungen ist, in einer Reihe von Präparaten, welche mit Osmium-Goldchlorid behandelt waren, die beiden Zellenarten von einander zu trennen, so dass sie nach den Erfahrungen dieses ausgezeichneten Forschers im Anschluss an die früheren Untersuchungen Böttcher's als zwei getrennte Zellenarten aufzufassen sind. Die Bilder, welche ich von den frühen Entwicklungsformen gewonnen habe und welche beide Zellenarten, schon in diesen Stadien der Entwicklung, als isolirte Bildungen erscheinen lassen, würden mit dieser Auffassung in guter Uebereinstimmung sich befinden.

Ich wende mich nun zur Membrana basilaris und betrachte die Entwicklung derselben. Wir müssen hier zurückgreifen auf den Vorgang bei der Scalenbildung und speciell der Scala tympani. Wie bereits Böttcher nachgewiesen hat, erhält sich bei der Bildung der Scalen an der unteren Wand des Schneckenkanals ein Theil des embryonalen Bindegewebes, welcher in einer mässig breiten Schichte dieser Wand anliegt. In ihr ist das Vas spirale gelegen, welches an der tympanalen Wand von der Schneckenbasis bis zur Spitze verläuft. In Fig. I und II (V. sp.) erkennt man den Querschnitt dieses Gefässes, welcher unter dem kleinen Epithelialwulst gelegen, fast in der ganzen Breite desselben

sich ausdehnt. Dieser von diesem Gefässe laterale, der tympanalen Wand des Ductus cochlearis dicht anliegende Bindegewebsstreifen, in so weit er bis fast zum Paukenwinkel sich erstreckt, ist es, welcher bei der Bildung der Membrana basilaris in Betracht kommt und es stellen sich die Entwicklungsverhältnisse in folgender Weise dar. Bei dem $5^1/_2$ cm grossen Embryo kann man die ersten Entwicklungsphasen der Membrana basilaris genau beobachten. Während in der Spitzenwindung die tympanale Bindegewebsschicht (Belegschicht nach Retzius) dem Ductus cochlearis in Form eines Bindegewebsstreifens anliegt, sehen wir in der Mittelwindung die erste Differenzirung der Membrana basilaris und in der Basalwindung das weitere Fortschreiten der Entwicklung. Es zeigt sich, dass die der tympanalen Wand des Ductus cochlearis dicht anliegende Schicht des Bindegewebes sich in Form einer langgestreckten Mondsichel von dem darunter liegenden Bindegewebslager sondert (Fig. VIII g). Bei genauerer Betrachtung sehen wir, dass die Zellkerne hier viel dichter an einander rücken, und dass sie sich mit ihrer Längsaxe parallel der epithelialen Grenzschicht stellen, also radiär, während das darunter liegende Bindegewebe den früheren lockeren Charakter behält, und ihre Kerne, wie dies Böttcher bereits richtig beobachtet hat, der Längsaxe des Schneckenkanals entsprechend gestellt sind. Die Grenze beider Schichten charakterisirt sich genau in Form einer ziemlich scharfen Linie, welche die Sichel nach unten gegen das Bindegewebe abgrenzt. In der unteren Windung derselben Schnecke sehen wir nun die weitere Umgestaltung. Während in der Mittelwindung die Kerne innerhalb des sichelförmigen Raumes sehr zahlreich sind, finden wir hier dieselben an Menge verringert; statt ihrer constatiren wir ein feines Gewebe, welches in der Längsrichtung der Sichel vom Vas spirale bis zum Paukenwinkel feine zarte Streifen erkennen lässt, welche sich an einzelnen Stellen als lange Zellfortsätze darstellen. Dabei hat die Höhe der Sichel sich verringert und die untere Begrenzung derselben erscheint mehr stumpfwinklig, als abgerundet (Fig. IX g). Die weitere Entwicklung können wir dann bei dem $7^1/_2$ cm grossen Embryo beobachten (Fig. X g). Die Zahl der Kerne hat noch weiter abgenommen und man erkennt jetzt noch deutlicher die ausgeprägte Streifung innerhalb des sichelförmigen Raumes, welcher an Höhe noch weiter verloren, dabei aber an Breite gewonnen hat, augen-

scheinlich in Folge der Verbreiterung der tympanalen Wand. Die Zellkerne liegen langgestreckt der Wandung des sichelförmigen Raumes dicht an. Die darunter liegende Bindegewebslage hat ihren früheren Charakter nur in so weit geändert, als das bisher lockere Bindegewebe sich etwas verdichtet hat und die Zellkerne etwas mehr an einander gerückt sind, unterscheidet sich aber ganz erheblich von der zur Membrana basilaris sich entwickelnden Schicht durch die gesammte Anordnung der Zellen, welche den früheren Charakter ziemlich unverändert beibehalten haben. Die weitere Differenzirung sehen wir dann in Fig. XI (Basalwindung eines 10 cm grossen Embryo); die Membrana basilaris erscheint hier fast schon in ihrer vollständigen Entwicklung und wenn wir dieses Stadium mit dem vorhergehenden vergleichen, so stellen sich die Verhältnisse folgendermassen dar. Der sichelförmige Raum hat an Breite zugleich mit der tympanalen Wand zugenommen, die Höhe desselben hat sich etwas, aber nur wenig verkürzt. Wir beobachten innerhalb desselben die bereits beschriebenen Zellkerne, der Länge nach gestreckt, der epithelialen Lage der tympanalen Wand ziemlich dicht anliegend und die ganze Schicht fast homogen; nur einzelne feine Fasern sind bei starker Vergrösserung hier zu beobachten. An der unteren Grenze der Sichel dagegen beobachten wir eine ziemlich stark ausgesprochene streifige Schicht, welche sich nach Aussen gegen den Paukenwinkel zu, da, wo die Membrana basilaris an das Ligament. spirale herantritt, in eine mehr homogene, ziemlich dicke Schicht fortsetzt.

Wir haben also in diesem Stadium an der Basilarmembran 3 Schichten oder, wie Schwalbe es will, 4 Schichten zu unterscheiden (Fig. XI). 1) Das cuticulare Häutchen als basale Grenzschicht des Epithels des Ductus cochlearis p, 2) die homogene Schicht mit eingebetteten Kernen q, 3) die Basilarisfasern r und 4) die basale Lage dieser Fasern als untere sehr schmale homogene Lage s.

In der tympanalen Belegschicht hat sich der bereits eingeleitete Verdichtungsprocess noch weiter vollzogen und die Zellkerne liegen dicht aneinander, indem die Zwischensubstanz erheblich reducirt ist.

Ich habe die Verhältnisse weiter verfolgt bei einem 13 cm grossen Embryo und bei einem 2 Tage alten Kaninchen und fand keine wesentlichen Veränderungen, so dass die etwaigen weiteren

Umgestaltungen und Differenzirungen augenscheinlich erst später eintreten.

Betrachten wir nun die Entwicklungsvorgänge an der Membrana basilaris, so ist auffallend, dass dieselben sich nur an denjenigen Partien zeigen, welche nach Aussen vom Vas spirale liegen, während medianwärts von demselben diesbezügliche Umgestaltungen nicht nachweisbar sind; es drängt sich deshalb die Frage mit Recht auf, ob wir vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus denjenigen Theil der Basilarmembran, welchen man bisher als die innere Zone (Habenula tecta) aufgefasst und beschrieben hat, noch fernerhin zur Membrana basilaris im strengen Sinne des Wortes rechnen dürfen. Die bisher beschriebenen Umwandlungen von der ersten Anlage bis zur fast vollständigen Ausbildung betreffen nur die äussere Zone (Habenula pectinata Corti), welche von der Basis des äusseren Pfeilers bis zum Ligamentum spirale reicht und sich mit demselben verbindet.

Allerdings haben Böttcher[1]), Lavdowsky[2]) u. A. den Nachweis erbracht, dass die Basilarmembran in ihrer ganzen Ausdehnung, also auch in dem unter den Bogenfasern liegenden Theile eine Streifung zeigt und, wie Lavdowsky es darstellt, aus klaren, fadenähnlichen, bedeutende Elasticität besitzenden Fasern besteht. Nach dem letzten Autor sind die Fasern an der Habenula tecta nur weniger scharf ausgeprägt. Wie auch immerhin die Membrana basilaris in ihrer Gesammtheit aufgefasst werden mag, so ist doch die Differenz in der Entwicklung bemerkenswerth. Was die Histiogenese der Basilarmembran betrifft, so glaube ich dieselbe auf Grund meiner Präparate als rein bindegewebige Anlage auffassen zu müssen, wenn ich absehe von dem sub p bezeichneten cuticularen Häutchen, welches nur die basale Grenzschicht des Epithels des Ductus cochlearis darstellt. Böttcher[3]) glaubt, dass sein Faserstratum mit Rücksicht auf seine Entwicklung wahrscheinlich zum epithelialen Schneckenkanal gehört. Ich kann diese Ansicht nicht theilen, zumal aus meinen Präparaten, wie ich glaube, überzeugend hervorgeht, dass das Epithel des Schneckenkanals während der einzelnen Entwicklungsphasen der Membrana basilaris gar

1) l. c. p. 115 und Virchow's Archiv, Bd. XVII, p. 259 und 262.

2) Untersuchungen über den acustischen Endapparat der Säugethiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII. p. 499.

3) l. c. p. 116.

keine Veränderungen zeigt, welche die Entstehung des Faserstratums aus demselben nachweisen lassen. Dass die Fasern der Corti'schen Bögen in die der Basilarmembran nicht übergehen, ist neuerdings von Lavdowsky[1]) genügend hervorgehoben worden und giebt auch die embryologische Untersuchung für die von Böttcher aufgestellte gegentheilige Behauptung keine Anhaltspunkte. Die Frage, wie sich die Fasern der Basilarmembran entwickeln, ob durch directe Umwandlung der Bindegewebszellen oder in anderer Weise, möchte ich bei der fundamentalen Wichtigkeit derselben nicht entscheiden wollen.

Ich habe noch einige Worte hinzuzufügen über die Entwicklung der Membrana tectoria. In ihrer ersten Anlage habe ich sie beim Kaninchen nicht beobachten können; bei einem Schweineembryo von etwa 2 cm Grösse stellte sich diese Bildung dar, wie dies bereits Böttcher beschrieben hat, als ein zartes, dünnes, feinstreifiges Häutchen, welches dem Epithel der unteren Wand des Schneckenkanals auflag; eine Differenzirung des grossen und kleinen Epithelialwulstes hatte noch nicht stattgefunden. Beim Kaninchen beobachtete ich diese Membran zuerst bei dem $5^1/_2$ cm grossen Embryo Fig. I, M. t. Sie entspringt hier dicht am Abgange der Membrana Reissneri, zuerst äusserst dünn und zart, allmählich an Dicke zunehmend. Sie liegt auf der Habenula sulcata bezw. dem zu derselben sich ausbildenden Epithel dicht auf, bedeckt die Zellen des grossen Epithelialwulstes und reicht hinüber über die bereits differenzirten Zellen des kleinen Epithelialwulstes. In Fig. I d erscheint die Membran an einer Stelle etwas abgehoben und hier sieht man an den oberen Zellfortsätzen kleine punktförmige Riffe und dünne haarförmige Fortsätze, welche gleichsam aus den Zellen hervortreten. Bei dem $7^1/_2$ cm grossen Embryo haben sich die Verhältnisse wenig verändert; bei dem 13 cm grossen Kaninchenembryo Fig. IV M. t. sieht man nun, wie die Membran, ziemlich stark streifig, sich erheblich verdickt hat, den Sulcus spiralis internus überbrückt und bis über die äusseren Haarzellen reicht. Hier hört die Membran auf. Die grösste Verdickung zeigt hier die Membran am grossen Epithelialwulst, welcher bereits im Schwinden begriffen ist. In allen gelungenen Präparaten fand ich, wie dies auch von Lavdowsky

1) l. c. p. 501.

angegeben worden ist, den Ursprung der Membran dicht am Abgang der Reissner'schen Membran. Ich glaube nach einigen Präparaten noch eine besondere Befestigung der Corti'schen Membran an den Zellen des grossen Epithelialwulstes annehmen zu müssen; wiederholt beobachtete ich an Präparaten, an denen die Membran von ihrer Unterlage sich etwas abgehoben hatte, Fortsätze derselben, welche sich zwischen den einzelnen Zellen des grossen Epithelialwulstes hineinschieben und abgerissenen Fortsätzen der Corti'schen Membran entsprechen. Auf diese Weise würde die Fixation der Membran an der unter ihr liegenden Zellschicht eine andere und erheblich grössere sein, als bisher angenommen wurde.

Zum Schluss bemerke ich, dass die Zeichnungen möglichst naturgetreu nach Präparaten angefertigt sind und alles Schematische vermieden ist.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V und VI.

Fig. I. Durchschnitt durch den Ductus cochlearis (untere Schneckenwindung) eines $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo. Vergrösserung Leitz Ocul. III Object 7 bei ausgezogenem Tubus. 1) innere Hörzelle, 2) innere Pfeilerzelle, 3) äussere Pfeilerzelle, 4) 5) 6) die drei äusseren Haarzellen, 7) Deiters'sche Zellen. V. sp. Vas spirale, M. t. Membrana tectoria, e. b. c Epithel des Ductus cochlearis, a bindegewebige Aussenwand des Ductus cochlearis, d Stelle, an der die Membrana tectoria vom Epithel abgehoben ist.

Fig. II. Taf. VI. Durchschnitt durch den Ductus cochlearis (untere Schneckenwindung) eines $7^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo; dieselbe Vergrösserung wie in Fig. 1. M. R. Membrana Reisneri, f die beiden unter der inneren Hörzelle gelegenen Zellen. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. I.

Fig. III. Schnitt durch die Stria vascularis eines 10 cm grossen Kaninchenembryo; dieselbe Vergrösserung.

Fig. IV. Durchschnitt durch die untere Schneckenwindung (tympanale und Aussenwand nicht mit gezeichnet) eines 13 cm langen Kaninchenembryo; Vergrösserung Leitz IV Ocul. I bei ausgezogenem Tubus, stellt besonders die Verhältnisse der Membrana tectoria dar und die Ausbildung des Sulcus spiralis internus.

Fig. V. VI. und VII stellen die Entwicklungsverhältnisse der Pfeiler-, der inneren und äusseren Haarzellen und der Deiters'schen Zellen dar. Fig. V untere Windung eines $7^1/_2$ cm grossen Embryo.

Fig. VI Mittelwindung eines 9 cm grossen Embryo.

Fig. VII untere Windung eines 13 cm grossen Embryo.

In Fig. VII sind besonders deutlich die von den äusseren Haarzellen nach der Basalmembran abgehenden Fortsätze zu sehen, und in gleicher Weise die Fortsätze, welche von den Deiters'schen Zellen nach der Membrana reticularis gehen. Bezeichnung wie in Fig. I.

Fig. VIII. IX. X und XI stellen die Entwicklung der Membrana basilaris dar. Vergrösserung Leitz Ocul. III Object 7.

Fig. VIII. Mittelwindung eines $5^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo. g sichelförmiger Raum als erste Differenzirung der Basilarmembran.

Fig. IX. Basalwindung derselben Schnecke und weitere Differenzirung der Basilarmembran.

Fig. X. Basalwindung eines $7^1/_2$ cm grossen Kaninchenembryo.

Fig. XI. Basalwindung eines 10 cm grossen Kaninchenembryo. Bezeichnung wie in Fig. VIII. p cuticulares Häutchen, q homogene Schicht mit Kernen, r Fasern der Membrana basilaris, s basale Lage dieser Fasern.

Zur Kenntniss der Insektenhaut.

Von

Charles Sedgwick Minot.

(Zweite Mittheilung[1]) aus dem Laboratory of Histology and Embryology of the Harvard Medical School, Boston, Mass.)

Hierzu Tafel VII.

Nachstehender Aufsatz beschäftigt sich mit einigen Angaben über den Bau der äusseren Cuticula (Epidermis der Entomologen), speciell der Raupen. Bei vielen Insektenlarven ist ein Theil der Färbung durch Pigmentirung der Cuticula bedingt. Das Pigment kann durch die ganze Cuticula reichen, aber ist doch gewöhnlich

1) Cf. Minot, Zur Kenntniss der Samenblasen beim Meerschweinchen. Dies Archiv. Bd. XXIV. p. 211—215. Taf. XII.

auf die alleräusserste Schicht beschränkt, und findet sich dort in Verbindung mit eigenthümlichen Modellirungen der Oberfläche in mikroskopischen Figuren angeordnet, die nicht nur durch ihre Zierlichkeit, sondern auch durch ihre, für jede Species charakteristischen Variationen unser Interesse beanspruchen. Ich gebe zunächst die Beschreibung der einzelnen von mir untersuchten Species und lasse darauf eine kurze Vergleichung der Beobachtungen folgen.

Meinen Freunden W. H. Edwards, Esq. of Coalbury, West Virginia, und S. Henshaw, Esq. of Boston, bin ich zu ganz besonderem Dank wegen des mir von ihnen überlassenen Materials verpflichtet. Beide Herren haben sich durch ihre oft wiederholte Unterstützung der Arbeiten anderer Forscher sehr ausgezeichnet.
Die Verfertigung der Präparate ist höchst einfach: die in Alkohol conservirten Larven werden in starker Kalilauge gekocht, bis die Weichtheile sich leicht mit Nadel oder Pinsel entfernen lassen, die auf diese Weise isolirte Cuticula wird in Balsam behufs der mikroskopischen Untersuchung eingelegt.

Wir wollen mit Danais archippus, einer bei uns sehr häufigen Schmetterlingsart, anfangen. Die dunkelbraunen Querstreifen der erwachsenen Larve sind durch Färbung der Cuticula bedingt. Die Farbe ist aber keineswegs gleichmässig vertheilt, sondern auf kleine Feldern beschränkt (Fig. 1), die sehr scharf begrenzt sind und dicht beisammen liegen. Jedes Feldchen ist in der Mitte erhaben, wodurch das Ganze ein gebirgähnliches Aussehen gewinnt. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, dass von der Spitze kleine Grate, die durch entsprechende Vertiefungen von einander getrennt sind, sich bis zur Basis des Feldes hinabsenken. Von oben betrachtet, hat jedes Feld einen zackigen Umriss, in dessen Vorsprüngen man die Enden der dort auslaufenden Grate erkennt. Die kleinen zwischen den Feldern zu sehenden Räume sind vollkommen pigmentfrei. Aehnliche Erhebungen sind zwischen den dunklen Streifen auch zu erkennen, doch sind diese kaum gefärbt und daher weniger deutlich. Ein Querschnitt der Cuticula (Fig. 2) lehrt uns, dass das Pigment auf eine sehr dünne oberflächliche Schicht beschränkt ist, die die von der ungefärbten Hauptschicht gebildeten Erhebungen überzieht. Die Abbildung zeigt ferner die Form und Grösse der Hervorragungen. Bei dieser Raupe findet man auch echte Haare vom

bekannten Arthropoden-Typus, also Hohlbildungen, die mit den soliden pigmenttragenden Zapfen keine Verwandtschaft aufweisen.

Bei Cynthia lavinia sind die Zeichnungen den eben beschriebenen sehr ähnlich, doch lassen sich die beiden Arten nach dem mikroskopischen Bilde der Cuticula ohne Schwierigkeit unterscheiden. Die Zapfen bei der Lavinia sind nämlich bedeutend kleiner als bei Archippus. Ferner ist die Färbung weniger intensiv, die Grate dagegen sind mehr ausgeprägt, und die Zapfen reichen, wie man in der Seitenansicht erfährt, höher hinauf; die Spitzen sind schärfer. Die Vertheilung der Zapfen ist eine ganz andere, wie schon die Zeichnung der Larve andeutet. Meine Präparate lassen noch mehrere anderweitige Eigenthümlichkeiten erkennen, wodurch die Cuticula von Lavinia sich charakterisirt; ich will nur erwähnen, dass die Zapfen haufenweise gruppirt sind, und zwar je nachdem sie gefärbt, halb (d. h. hell) gefärbt oder ungefärbt sind.

Bei der kosmopoliten Vanessa antiopa ist fast die ganze Haut mit Zapfen versehen. Die Raupe trägt Haare von zwei Formen, und zwar kleinere dunkle neben grösseren, die nach Kalilaugebehandlung nur einen schwach bräunlichen Ton behalten. Diese springen, jedes von einem runden, farblosen, zapfenfreien Felde vor (Fig. 6); jene dagegen lassen die Zapfen bis an ihre Basen kommen. Was die Zapfen betrifft, so sind dieselben von ungefähr gleicher Grösse wie bei Lavinia; sie sind aber weniger zugespitzt, und zeichnen sich ferner dadurch aus, dass die Zahl der Grate gewöhnlich sechs ist, ein Verhältniss, das um so mehr in die Augen springt, weil die Grate dunkler sind als die übrigen Theile des gefärbten Feldes. Hin und wieder gibt es Stellen, wo die Farbe sehr abgenommen hat, und wo man folglich nur die von der Spitze ausstrahlenden den Graten entsprechenden Streifen erkennt; beim Betrachten dieses Bildes denkt man unwillkürlich an eine Colonie von missgestalteten Seesternen.

Bei Grapta interrogationis kommen die Zapfen in Form und Aussehen denen der Vanessa sehr nahe, es ist aber eine Verwechselung unmöglich; bei Grapta ist die Grösse der Zapfen variabel, bei Vanessa dagegen ziemlich constant; ferner wenn man senkrecht auf die Zapfen bei Grapta sieht, so fällt Einem die grosse Unregelmässigkeit der Umrisse der pigmentirten Areae sehr auf.

Limenitis disippus wird, was die Cuticula betrifft, dadurch charakterisirt, dass die Zapfen meistens wenig gefärbt sind; und dadurch, dass zerstreute dunkle Zapfen, bald mehr bald weniger zahlreich, überall unter den anderen vorkommen.

Eine zweite Grapta-Art, Comma (Fig. 5), weist schon eine bedeutende Modification auf, indem hier die Zapfen sehr ausgezogen sind. Ihre Färbung ist sehr ausgeprägt; sie liegen meistentheils dicht gedrängt; es wurde aber zum Photographiren eine Stelle ausgesucht, wo die gegenseitigen Entfernungen der Zapfen grösser war. Wir haben also bei der Comma mit förmlichen Stacheln zu thun, die sich schräg nach hinten emporrichten.

Noch weiter in dieser Entwickelungsrichtung gehen die Zapfen bei Papilio philenor (Fig. 4), indem sie so sehr ausgezogen sind, dass sie richtige Haare vortäuschen und die Larve wie mit einem dichten Filzwerk bekleiden. Die wirklichen Haare von Philenor übertreffen jedoch die gefärbten Zapfen etwa fünfmal an Durchmesser und zweimal an Länge, und bieten die weitere Eigenthümlichkeit dar, dass sie plötzlich stumpf endigen, anstatt in die gewöhnliche, sich allmählich verjüngende Spitze auszulaufen.

Man findet auch Formen, bei denen die Zapfen kleiner sind und dabei auch weiter auseinandergerückt erscheinen. Bei Heliconia charitonia, der einzigen in den Vereinigten Staaten vorkommenden Art einer grossen Sippe, sind die Zapfen ziemlich weit von einander gestellt und dabei von auffallender Form, indem ihre Dicke im Verhältniss zur Höhe gross ist, und auch bis nahe an die Zapfenspitze sich wenig verändert; folglich beschreibt das Seitenprofil des Zapfens eine convexe Linie statt der gewöhnlichen concaven.

Eine noch viel auffallendere Abnahme der Zapfen an Zahl und Grösse findet man bei Euptvieta claudia (Fig. 9), hier sind die betreffenden Gebilde höchst einfach; sie sind kleine, schwach gefärbte, stachelartige Hervorragungen von konischer Form; die Basis ist annähernd kreisrund, die Spitze scharf. Die letzterwähnte Eigenthümlichkeit erkennt man bei der Fig. 9 darum nicht, weil die dort gezeichneten Zapfen sämmtlich schräg liegen. Bei Agraulis vanillae, einer südlichen Art, sind die Zapfen stellenweise zahlreicher, dagegen etwas kleiner als bei Claudia; Fig. 7 ist nach einer Photographie gezeichnet und giebt daher die Vertheilung der Zapfen genau wieder, so wie auch die Grundrisse der-

selben; die Höhe der Zapfen resp. deren Spitzen ist sehr gering, etwa zwei Drittel nur des Basendurchmessers. Leider ist bei der Photographie der Contrast zwischen den gefärbten Zapfen und der farblosen Cuticula verloren gegangen.

Wir haben bei den Raupen von Papilio ajax noch eine dritte sehr zierliche Modification der Cuticula zu berücksichtigen (Fig. 3). Die Zapfen dieser Art sind von schöner Form; von einer breiten Basis steigen die Seiten in sanfter Biegung zu einer hübschen Spitze empor. Die Grate sind besonders deutlich, weil sie viel dunkler sind wie die übrigen Theile; sie verschmelzen an der Spitze und verzweigen sich gegen die Basis zu. Die Zapfen sind über alle untersuchten Theile der Cuticula ziemlich gleichmässig vertheilt. Es fällt dem Beobachter sogleich auf, dass die bergähnlichen Zapfen unter einander an Grösse sehr variiren (Fig. 3). Die Ajax-Larve ist bekanntlich quergestreift; die dunkleren Streifen sind bedingt durch die Anwesenheit zahlreicher gefärbter Pünktchen (Fig. 3). Eine genauere Untersuchung der Präparate lehrt, dass zwischen den isolirten Pünktchen und den eigentlichen Zapfen alle möglichen Uebergänge sich vorfinden — so bemerkt man Stellen, wo die Pünktchen in kleinen Gruppen angeordnet sind, wovon der centrale Theil je etwas erhoben ist; es giebt auch andere Ansammlungen, die sich dadurch charakterisiren, dass die sie bildenden Punkte radiär angeordnet sind; es giebt weiter Erhebungen der Cuticularfläche, bei denen die Pünktchen vergrössert und zum Theil zusammengeflossen sind, also unvollkommene Grate darstellen. Geht die Verschmelzung noch weiter, was in der That zu beobachten ist, so erhält man einen vollkommenen Zapfen, der sich nur durch die geringere Grösse von den vollständig ausgebildeten Zapfen des Ajax unterscheidet. Auf die Bedeutung solcher Uebergänge werden wir zurückzukommen haben.

Wir verlassen jetzt die Schmetterlinge, um die Cuticula einer Noctuide, Anisota stigma, zu beschreiben, weil diese Art uns weitere Aufklärungen der Beziehungen der Pünktchen zu den Zapfen darbietet. Die ganze Cuticula trägt niedrige Zapfen, die dicht gedrängt sind (Fig. 8), dieselben sind hügelartig abgerundet und haben daher keine eigentlichen Spitzen. Ueberall kommen Pünktchen zum Vorschein. An den Stellen, die den hellen Querstreifen der Raupe entsprechen, sind weder die Hügel noch die Pünktchen

pigmentirt, wohl aber an den dunklen Streifen (Fig. 8). Bei diesen Stellen, im Gegensatz zu jenen, sind die Zapfen sehr dunkel und mit dunklen Pünktchen dicht besät. Auch zwischen den Zapfen kommen die gefärbten Pünktchen vor.

Sieht man genauer zu, so sind die beschriebenen Pünktchen bei Papilio ajax und Anisota stigma nicht einfach gefärbte Stellen der Cuticula, sondern ragen alle um ein Weniges auf der Oberfläche empor. Man wäre berechtigt, sie als kleinste gefärbte Stächelchen zu bezeichnen. Diese Differenzirung der Hautoberfläche ist unter den Arthropoden sehr verbreitet. Es wird zweckmässig sein, einige neue Beobachtungen, die sich darauf beziehen, hier anzuschliessen.

Bei Agrotis sp. (?) (Fig. 16) findet man gefärbte Flecken Cuticula, wovon jeder aus kleineren, durch hellere Linien von einander getrennten Feldern besteht; jedes Feld ist von einer Anzahl gleichmässiger, discreter „Pünktchen" besetzt, deren jedes, von der fast kreisrunden Basis zu einer conischen Spitze ansteigend, die für alle charakteristische Form erkennen lässt. Die Querstreifen der zierlichen Larve von Alypia octomaculata verdanken ihre Farbe einer ähnlichen Anordnung, aber die spitzigen Pünktchen sind hier dunkler und um ein wenig kleiner.

Gleiche Stachelchen sind mir noch bei verschiedenen anderen Arten bekannt geworden, z. B. bei Papilio asterias (Fig. 15). In dem unteren Theile der Abbildung treten die Felder sehr deutlich auf. Auch bei Attacus cecropia, Pseudosphinx tetras und Aletia xylina sowie bei Papilio turnus, palametes, troilus etc. findet man bestachelte Bezirke oder Pünktchenfelder, wie man die umschriebenen Gruppen mit Rücksicht auf ihr Aussehen bei Betrachtung von oben nennen darf. Die Stachelchen können auch hell oder gar nicht gefärbt sein — letzteres ist bei Attacus cecropia der Fall. Hinwiederum erscheinen sie wie bei Papilio cresphontes sehr unregelmässig und zugleich in weiteren gegenseitigen Entfernungen gestellt. Papilio asterias wie das vorhin beschriebene P. ajax bieten Uebergänge von den punktirten Feldern zu den echten Zapfen und zwar in der hinteren Hälfte jedes nicht gezackten Querstreifens. Hier sieht man, (Fig 14), die einzelnen Felder durch die Gruppen von vergrösserten, zum Theil verschmolzenen dunklen Pünktchen sehr klar angegeben; die radiäre Anordnung ist schon angedeutet, und da die Mitte des

Feldes sich fast zu einer Spitze ausgezogen hat, so ist die Annäherung an die Zapfenform nicht zu leugnen.

Die Haut von der Nachtfalterraupe, Oedemasia concinna (Fig. 10), ist auch mit den gefärbten cuticularen Stachelchen versehen; sie lenkt unsere Aufmerksamkeit auf sich aber durch die Vertheilung der mikroskopischen Sculpturen, worüber die gegebene Abbildung die beste Auskunft liefert; ich darf wohl, indem ich darauf verweise, eine weitere Beschreibung unterlassen; es genügt hinzuzufügen, dass bei der Ausführung des Bildes, (Fig. 10), jeder Punkt mit der Camera sorgfältig nach dem Präparat gezeichnet wurde.

Ein ganz besonderes Gepräge hat die Cuticula bei Datana ministra, Fig. 12 und Cimbex americana, Fig. 13. Die breiten dunklen Längsstreifen der erstgenannten Art tragen sehr dicht gedrängte Zapfen, die, von oben gesehen, wie fünf- oder sechsseitige Zellen aussehen, Zellen sind sie aber selbstverständlich nicht, — was nur darum besonders zu erwähnen ist, weil von Seiten der Entomologen die Meinung hin und wieder auftaucht, es habe die Insektencuticula einen zelligen Bau. Ein unerfahrener Histolog könnte wohl durch die Untersuchung der Ministra-Haut zu einer falschen Ansicht verführt werden; es sehen die Zapfen ganz so wie kernhaltige Zellen aus. Der scheinbare Kern aber ist ein rein optischer Effekt, der durch die abgerundete, kuppelartige Form des Zapfens (Pigmentfeldes) bedingt ist; es kommen hierbei zwei Momente in Betracht: 1) die gebogene Fläche wirkt wie eine Linse; 2) man sieht im Centrum gerade, an der Seite des Feldes aber schräg durch die dünne Pigmentschicht. Wo die Wölbung der Felder geringer ist, wie in der unmittelbaren Umgebung der Haare, vermisst man die Wirkung und werden die Felder „kernlos“.

Cimbex americana hat auf jedem Segment einen Längsstreifen, der von einer Färbung der äussersten Schicht der Cuticula abhängt; Fig. 13 stellt einen Theil des Randes des Streifens dar. Die einzelnen Felder sind sehr deutlich und ausserordentlich gross; die Grenzen unregelmässig zackig; die Fläche jedes Feldes ist gewölbt, jedoch dabei sehr uneben.

Zum Schluss der Beobachtungen ist bei allen von mir untersuchten Lepidopteren-Larven das Vorkommen von Stellen der Cuticula zu erwähnen, die sich durch ihre ovale oder rundliche Form auszeichnen, die nie Zapfen tragen und glatt und beinahe eben

sind (Fig. 11 und 15). Eigentlich glatt sind sie nicht, indem sie für jede Art charakteristische Zahl von Stachelchen („Pünktchen") besitzen. Die Stachelchen können gefärbt oder farblos sein, — ebenso die Stellen selbst. Die Stellen fallen sehr in die Augen, da sie sehr zahlreich sind und durch ihre Farbe resp. Farblosigkeit bei vielen Arten einen scharfen Gegensatz zu ihrer Umgebung bilden. Ihre Vertheilung ist der Art, dass sie gegen den vorderen Rand jedes Segmentes hin zwei unterbrochene Querreihen bilden; Fig. 15 umfasst einen Theil des hinteren Querbandes eines Segmentes von Papilio asterias. Ferner befinden sich die betreffenden Stellen in geringerer Zahl auch in anderen Bezirken meistens symmetrisch vertheilt. Bei Aletia xylina wenigstens ist die Vertheilung auf allen Segmenten des Körpers mit Ausnahme des letzten eine annähernd gleiche.

Die Vermuthung liegt nahe, dass die beschriebenen Modificationen der Cuticula mit unbekannten Sinneswerkzeugen in Verbindung stehen. Es hat mir leider bisher an geeignetem Material zur Untersuchung der zugehörigen Weichtheile gefehlt.

Bekanntlich sind die Modificationen der Cuticula bei Insekten zum grossen Theil als „einzellige" zu bezeichnen, das heisst der eine einzige Zelle bedeckende Theil kann für sich differenzirt werden. Einerseits haben wir als Beispiele die echten hohlen Haare, andererseits die nicht hohlen Cuticularzapfen. Dass diese Zapfen, jeder mit einer einzigen Zelle, in Beziehung stehen, darf wohl als festgestellt gelten. Schon vor mehreren Jahren machte ich[1]) besonders auf diese Beziehung aufmerksam. Balfour[2]) in seiner Peripatus-Arbeit beschreibt die mit feinen Stachelchen besetzten einzelligen Zapfen des Peripatus capensis. Ich möchte bei dieser Gelegenheit ausdrücklich hervorheben, dass dieser Bau wahrscheinlich für sämmtliche Tracheaten ein phylogenetisch primitiver sei. Sehr ähnlich sind die Verhältnisse bei Anabrus; die 1880 veröffentlichte Beschreibung lautet: „Second, the whole of the cuticula except the cones just described and the hairs, is divided into numerous minute fields (Fig. 63 and 65), each of

---

1) Minot, Histology of the locust and the Cricket. Second Report. U. S. Entomol. Commission, 1880, p. 183—222, Pl. II—VIII. Man sehe speciell p. 188 und 211.

2) Balfour, Quart. Journ. microsc. Sci. XXIII, 1883, p. 213—259.

which corresponds to a single cell of the underlying epidermis. Each field is bounded by a distinct polygonal outline, and its surface is either covered by a large number of extremely minute projecting points (Fig. 65), as on the dorsal arch, or is smooth as upon the articular membrane and ventral arch. Upon the sides of the dorsal arch and upon the spiracular membrane each field has a projecting spine or sometimes two or even three."

Bei der obigen Beschreibung der Cuticula von Danais archippus erwähnte ich die äussere dünne, Pigment tragende Schicht. Dieselbe besteht bei allen von mir untersuchten Larven ohne Ausnahme. Die einzige Erwähnung dieser Lage, die mir bisher bekannt geworden ist, rührt von Minot und Burgess[1]) her; ich lasse den betreffenden Passus (l. c. p. 46) folgen:

„The markings, colored stripes and dots, that decorate the larva, are produced by various means, partly by deposits in the matrix of the crust (epidermal cells), partly by colors of the crust itself. The darkbrown color belongs to the crust, and is peculiarly destributed in a manner that has not, so far as we are aware, been described hitherto. Upon the outside of the crust is a very thin but distinct layer, which in certain parts rises up into a great number of minute, pointed spines that look like so many dots in a surface view, Plate VI, Fig. 8. Each spine is pigmented diffusely, and together they produce the brown markings. The spines are clustered in little groups, one group over each underlying matrix, or epidermal cell."

Vergleichende Zusammenfassung.

Es lässt sich auf der äusseren Seite der Cuticula der untersuchten Insekten-Larven, eine sehr dünne Lamelle erkennen, die sich oft durch starke Färbung auszeichnet. Die Oberfläche ist in den meisten Fällen in Felder getheilt, wovon jedes einer einzigen darunter liegenden Epidermiszelle entspricht; gewöhnlich hebt sich die Mitte jedes Feldes bald mehr bald weniger empor; die erwähnte Lamelle überzieht die Erhebungen und bildet oft über jeder derselben ein discretes Pigmentkleid. Die Form der Erhebungen

---

1) Minot and Burgess, Report on the Anatomy of Aletia xylina. Fourth Report U. S. Entom. Commission, 1884, p. 45—58.

sowie die Vertheilung des Pigmentes variirt nach der Art, und zwar sehr mannigfaltig. Die primitive Form, woher die jetzt vorkommenden sich ableiten lassen, ist wohl durch Peripatus und mehrere Orthopteren so wie andere Insekten angezeigt; sie war eine einer Zelle entsprechende mehr weniger zu einer Spitze ansteigende Erhebung der schon dicken Cuticula, und trug eine bedeutende Anzahl von kleinen Spitzchen, die von oben gesehen je das Bild eines gefärbten Pünktchens liefern, die aber auf einem senkrechten Querschnitt der Cuticula ihre wirkliche Form erkennen lassen. Es können die Grenzen zwischen den Feldern verwischt werden und die Spitzchen erhalten sein (Alypia) oder an Zahl vermindert (Fig. 10). Oder es können die Erhebungen bleiben und dabei die „Pünktchen“ durch ihre Vergrösserung zum Zusammenfliessen gebracht werden (Fig. 14). Durch eine weitere Veränderung nach derselben Richtung wird die ganze Erhebung von einer ununterbrochen pigmentirten Lamelle überzogen. Solche Farben tragende Zapfen kommen sehr häufig bei Schmetterlingsraupen vor. Sie sind bald dicht gedrängt, bald weit auseinander gestellt, hier sind sie hügelartig (Fig. 13), dort zugespitzt, (Fig. 5), ja sogar bis zu einer Haarform ausgezogen (Fig. 4); bei einigen Arten sind sie bergähnlich, was das Aussehen betrifft.

Aus diesen Beobachtungen erfahren wir, dass schon ein Stück der Cuticula ausreicht zur Bestimmung der Art. Dadurch gewinnen wir eine neue Handhabe zur Ausarbeitung des natürlichen Systems der Insekten, einer bis jetzt sehr vernachlässigten Aufgabe. Auch für die paläontologische Forschung können die Beobachtungen Werth besitzen. Leider gehören die fossilen Raupen zu den allergrössten Seltenheiten; selbst in der ausserordentlich reichen Sammlung meines geehrten Freundes, Herrn S. H. Scudders befindet sich unter vielen Tausenden von fossilen Insekten nur eine einzige Raupe, die ich aber durch die Gefälligkeit des Herrn Scudders zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe. Dieselbe stammt vom Oligocän (?) bei Florissant, Colorado, und trägt die Catalognummer 16383 [1]). Man bemerkt sofort die deutliche Färbung. Die Raupe misst 17 mm der Länge nach. Der Kopf ist dunkel, die Körpersegmente gestreift; der grosse dorsale Streif

---

1) Herr Scudder theilt mir mit, er kenne sonst nur zwei fossile Lepidopterenlarven, und zwar Satyrites incestus, Daudin (Rev. Mag. de

bildet auf jedem Segment einen halb gesonderten Fleck. Nachdem die Fläche mit Wasser benetzt, oder noch besser wenn ein Tropfen darauf gebracht und mit einem Deckgläschen bedeckt wurde, erkennt man bei auffallendem Lichte an jedem dunklen Theil der Raupe eine scharfe Eintheilung in vier-, fünf- oder sechseckige Feldchen, die sehr dicht liegen; die Feldchen sind sehr dunkel und scharf geschieden; sie haben jedenfalls nicht die gespitzte Form, die bei vielen Raupen vorkommt (Fig. 2 etc.), sondern sehen mehr wie die Feldchen bei Anisota stigma, (Fig. 8) aus, doch schien mir an manchen Stellen jedes Feld punktirt zu sein, etwa wie bei Fig. 16, nur etwas dunkler; ich konnte aber wegen der Schwierigkeit der Untersuchung der rauhen Steinfläche leider keine Gewissheit hierüber gewinnen. Die Beobachtung reicht aber hin, den Nachweis zu liefern, dass an der versteinerten Raupe ein mikroskopischer Bau der Haut noch zu erkennen ist, wodurch die betreffende Art von allen anderen bisher auf die Haut untersuchten Raupenarten zu unterscheiden wäre. Die kleine Beobachtung hat mir viel Vergnügen gebracht. Man fragt sich, ob die künstliche Versteinerung nicht in die mikroskopische Technik einzuführen sei!

Boston, Mass., 8. Juli 1886.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII.

Die Abbildungen sind theils mit der Camera lucida, theils nach Photographien ausgeführt. Nach den Photographien, die ich der Freundlichkeit meines Freundes Laurence Minot verdanke, sind gezeichnet Figg. 1, 3, 5, 6, 7, 8 und 15. Sämmtliche Zeichnungen sind ziemlich genau ausgeführt.

Figg. 1 u. 2. Danais archippus.

Fig. 1. Flächenansicht des Randes eines dunklen Querstreifens der Larve.

Fig. 2. Querschnitt der Cuticula, um die Form und Grösse der Hügel zu zeigen und zugleich die Verhältnisse der oberen, dünneren, pigmentirten Schicht anzugeben.

Zool. [3] IV, p. 415—424, Pl. XVII) vom Oligocän bei Aix, und eine Sphinxlarve von Solenhofen (Arch. Mus. Peyler II, Pl. XXXIV). Er fügt brieflich hinzu: „Some have been found in Amber, but that is different“.

Fig. 3. Papilio ajax.
Fig. 4. Papilio philenor.
Fig. 5. Grapta comma.
Fig. 6. Vanessa antiopa.
Fig. 7. Agraulis vanillae.
Fig. 8. Anisota stigma.
Fig. 9. Euptvieta Claudia.
Fig. 10. Oedemasia concinna.
Fig. 11. Papilio cresphontes.
Fig. 12 Datana ministra.
Fig. 13. Cimbex americana.
Fig. 14 u. 15. Papilio asterias (kopfwärts nach unten).
Fig. 16. Agrotis sp.

(Die Figg. 3—16 sind sämmtlich Flächenansichten.)

Zur Frage der Secretion und der Structur der Becherzellen.

Von

Dr. **Joseph Heinrich List** in Graz.

In meinen Arbeiten über Becherzellen habe ich die Hypothese aufgestellt, derzufolge es sich bei der Ausstossung des Inhaltes derselben um eine Art Quellungsprocess [1]) handle. Ich war zur Aufstellung dieser Hypothese sowohl durch die Beobachtungen an frischen Objecten, als auch besonders durch diejenigen an Präparaten gekommen.

In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit [2]) erklärt nun L. Merk, gestützt durch seine Beobachtungen an einem trefflichen Objecte, meine Hypothese, die durch Beobachtungen an ganz an-

1) Die ausführliche Erörterung dieses Processes findet sich in meiner im Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XXVII, erschienenen Arbeit „Ueber Becherzellen".

2) L. Merk, Ueber die Schleimabsonderung an der Oberhaut der Forellenembryonen. Sitzungsber. d. Wiener Academie. Bd. XCIII. Abth. III. 1886 p. 99 f.

deren Objecten gewonnen, für eine irrthümliche. Die Secretion an den Becherzellen in der Oberhaut von Forellenembryonen vollzieht sich in der Weise, dass, in den weitaus häufigsten Fällen, aus den Stomata Körnchen äusserst lebhaft ausgestossen werden und nachher verschwinden. Aber auch Secretion mit Pfropfbildung, welch' letztere schon von früheren Autoren beobachtet worden, kommt vor und zwar unter der Erscheinung des Körnchenplatzens, wie Merk den Vorgang bezeichnete. Die Pfröpfe, welche aus den Stomata hervorragen, und welche sehr häufig allmählich an Grösse zunahmen, zeigen eine lebhafte Bewegung der sie zusammensetzenden Körnchen, bis an irgend einer Stelle ein Stück verschwindet, und man den Eindruck erhält, als hätte daselbst ein Platzen stattgefunden.

Ich habe selbst, nachdem ich auf das erwähnte Object durch Prof. v. Ebner und den cit. Autor aufmerksam gemacht worden, Gelegenheit gehabt, an lebenden Embryonen lange Zeit hindurch die Secretion an den Becherzellen beobachten zu können. Ich kann die erwähnten Secretionsvorgänge im Grossen und Ganzen bestätigen, obwohl ich die Secretion an pfropflosen Zellen etwas anders beobachtete, als sie der genannte Autor darstellt [1]. Ich konnte nämlich an denselben stets bemerken, dass sich der Inhalt gegen das Stoma zu bewegte und dass sich erst dann kleine, körnchenartige Partikelchen von den dem Stoma zunächst liegenden Inhaltstheile loslösten und herausgeschleudert wurden.

So sehr ich nun von diesen Secretionsvorgängen, die an lebenden Objecten zu beobachten sind, überzeugt bin, so erscheint es mir doch zu gewagt, auf Grund der Befunde an einer Art von Becherzellen, die daselbst gefundenen Secretionserscheinungen als allgemein gültig hinzustellen. Schon die dreierlei Arten von Secretion, nämlich die Pfropfbildung mit Körnchenplatzen, die Abschnürung von Pfröpfen und die Herausschleuderung von Körnchen ohne Pfropfbildung, die an einem Objecte zu beobachten sind, weisen nicht nur auf graduelle, sondern auch auf qualitative Unterschiede hin.

---

1) Ich bemerke hier, dass ich diese Beobachtung in meiner Arbeit „Ueber Becherzellen" bereits niedergeschrieben hatte, ehe mir durch die Freundlichkeit des Verfassers die vorläufige Mittheilung in dem Academ. Anzeiger, Jhrg. 1886, No. VIII, math. nat. Classe, Sitz. v. 18. März, zukam.

An allerdings minder günstigen, weil weniger durchsichtigen Objecten, wie der Oberhaut der Barteln von Cobitis fossilis oder dem Cloakenepithele der Plagiostomen, konnte ich an frischen Präparaten nur die bekannte Pfropfausstossung beobachten. Es ist ja immerhin möglich, mir aber in Folge des Baues der Becherzellen unwahrscheinlich, dass hier dieselben Erscheinungen wie an den Forellenembryonen zu beobachten sind.

Merk betont zwar meiner Quellungshypothese gegenüber, dass, wenn eine Quellung stattfände, die Pfröpfe weniger stark lichtbrechend sein müssten. Dem halte ich aber entgegen, dass man die am lebenden Objecte sich vollziehende Volumszunahme der Interfilarmasse nicht einfach mit den durch Reagentien bewirkten gequollenen und wirklich schwächer das Licht brechenden Pfröpfen vergleichen darf. Wenn man bedenkt, dass der Secretionsprocess (Ausstossen von Pfröpfen) sich auf eine längere Zeit hindurch erstreckt, so ist es gar nicht nöthig, eine solche intensive Quellung[1]) vorauszusetzen, dass sich der Unterschied des Secretes optisch merklich kundgibt.

Im zweiten Theile seiner Arbeit theilt Merk seine Beobachtungen über die Einwirkung der gebräuchlichsten Härtungsmittel (Flemming's Gemisch, Chromsäure, Osmiumsäure, Alcohol) auf lebende Becherzellen mit und kommt zum Schlusse, dass das in den Becherzellen zu beobachtende, von Schiefferdecker und mir beschriebene, aus Filarmasse bestehende Gerüstwerk nur durch die verwendeten Härtungsmittel hervorgerufen worden wäre und demnach im Leben nicht zu beobachten sei. Diesem Anwurfe muss ich entschieden entgegentreten schon aus dem Grunde, da Merk gar nicht mittheilt, ob er meine Objecte controlirt hat. Und es ist, so glaube ich, doch nothwendig, bevor man eine Arbeit kritisirt, dass man vor Allem die Objecte sich genauer ansieht, an denen der kritisirte Autor gearbeitet. Ich kann es gerade nicht als vorsichtig bezeichnen, auf Grund der Befunde an einem Objecte dieselben gleich zu verallgemeinern und über sämmtliche gemachte Beobachtungen den Stab zu brechen. Nirgends finde ich, dass Merk sich auch tingirte Schnitte durch die Becherzellen der

---

1) Mit dem Ausdrucke Quellung will ich nur eine Volumszunahme des Zellinhaltes (Interfilarmasse) bezeichnen, ohne über den Vorgang selbst Näheres angeben zu können.

Forellenembryonen angesehen und mit den Structuren anderer Becherzellen verglichen hätte; er wäre dann auf die mannigfachsten Unterschiede der Structuren in den verschiedensten Becherzellen gewiss aufmerksam geworden.

Ohne mich hier in eine nähere Erörterung der Structuren einzulassen, die in meiner im Drucke befindlichen Arbeit ausführlich besprochen werden, will ich hier nur betonen, dass man an zahlreichen Objecten, auch im frischen Zustande, das Gerüst der Filarmasse deutlich beobachten kann. Allerdings kann man in den Becherzellen aus der Oberhaut der Forellenembryonen nichts dergleichen sehen, und selbst an tingirten Schnitten gelang es mir innerhalb der Thecae derselben nur eine granulirte Masse, deren Granula allerdings in Form eines nur sehr undeutlich wahrnehmbaren Gerüstwerkes angeordnet erschienen, wahrzunehmen. Es bieten so die Becherzellen in der Oberhaut der Forellenembryonen jene Formen dar, die man in den tiefsten Schichten geschichteter Pflasterepithelien oft beobachten kann, und die nur als die Entwicklungsformen der an die Oberfläche gerückten Becherzellen zu betrachten sind.

Um die Einwirkung verschiedener Reagentien auf lebende Becherzellen zu prüfen, wandte Merk auch die Drainagemethode an. Obwohl ich nun überzeugt bin, dass man dabei manche interessante Beobachtungen machen kann, so messe ich dieser Methode doch nur heuristischen Werth bei [1]). Jeder Histologe weiss, dass zur absolut raschen Tödtung frischer Gewebe ein gewisses Quantum der betreffenden Härtungsflüssigkeit nothwendig ist. Ich habe nun selbst Präparate des Verfassers, aus 1 %iger Osmiumsäure stammend, gesehen, an welchen man in den Becherzellen ein deutliches Gerüstwerk beobachten konnte. Allein dies Gerüstwerk war in der That ein Kunstproduct, hervorgerufen durch Vacuolisationserscheinungen in Folge der Drainage und der dadurch bedingten langsamen Einwirkung des Härtungsmittels; denn an Präparaten,

---

1) Merk erwähnt, dass er unter Anderem auch fein vertheilte Tusche durch das Präparat leitete, deren Körner sich sicherlich an ein präexistentes Fadennetz hätten anlegen müssen. Wer aber längere Erfahrung mit den betreffenden Gebilden hat, wird zugeben, welch' höchst verschiedenes Verhalten die Structuren gegenüber den Farbstoffen zeigen, und dass man ihre Erkenntniss lediglich nur der modernen Tinctions- und Schneidetechnik verdankt.

die dadurch hergestellt worden, dass die frischen Objecte rasch in Osmiumsäure oder in Flemming's Gemisch geworfen wurden, gelang es mir nicht, ähnliche Bilder wahrzunehmen.

Wie sehr verschieden sich die Becherzellen aus der Oberhaut der Forellenembryonen gegenüber Reagentien im Verhältniss zu andern Becherzellen verhalten, geht aus der Beobachtung Merk's hervor, der nach Isolation mit Drittel-Alkohol keine Quellungserscheinungen beobachten konnte. Ich muss gestehen, dass dies Verhalten, so viel ich nach meinen Erfahrungen über Becherzellen urtheilen kann, einzig dasteht.

An allen Becherzellen [1]), die ich nach 24-stündiger Einwirkung von Drittel-Alkohol isolirte, konnte ich, wie ich mich an Messungen überzeugte, eine Volumszunahme der Theca beobachten, und die meisten Becherzellen besassen ein schönes Stoma, aus welchem man den Inhalt herausfliessen sehen konnte.

Auch Müller'sche Flüssigkeit, die ich zur Isolation so vielfach verwandte, ruft an manchen Epithel- und Becherzellen bedeutende Quellungserscheinungen hervor. So konnte ich die Becherzellen aus den Barteln von Cobitis fossilis nur mit Osmiumsäure isoliren, da die aus Müller'scher Flüssigkeit stammenden, isolirten Präparate zu bedeutend gequollen waren.

Es sind dies Thatsachen, die darauf hinweisen, dass Reagentien, die für eine Reihe von Objecten ganz vortreffliche Dienste leisten, selbst für histologisch identische Gebilde nicht immer brauchbar sind.

In dieser Beziehung hat sich Merk jedenfalls ein Verdienst erworben, indem er auf die ausserordentlich zarten und veränderlichen Becherzellen aus der Oberhaut der Forellenembryonen die Einwirkung der gebräuchlichsten Reagentien sorgfältig studirte und dadurch zur Vorsicht in der Anwendung der letzteren mahnte. Ob aber des cit. Autors Vorgehen, Schiefferdecker's und meine Beobachtungen für irrthümlich zu erklären, ohne sich die Objecte der kritisirten Autoren angesehen zu haben, gerechtfertigt ist, wird künftige Forschung lehren, ebenso, wie weit Merk in Conflict mit der modernen Zellenlehre geräth. Um aber Merk's skeptische Auffassung über Zellstructuren einigermaassen abzuschwächen,

---

1) Aufmerksam wurde ich auf diese Eigenschaft des Drittel-Alcohols bei Untersuchung der Becherzellen aus dem Blasenepithele von Amphibien.

möchte ich ihm ein Object empfehlen, an welchem man auch im lebenden, absolut frischen Zustande Filar- und Interfilarmasse schön beobachten kann, das sind die Leydig'schen Zellen in der Oberhaut des Schwanzes von Tritonlarven.

(Aus dem zoologischen Institut in Kiel.)

Zum feineren Bau des Wimperapparates.

Von

Johannes Frenzel.

Hierzu Tafel VIII.

Seit der viel bekannten Untersuchung Th. W. Engelmanns: „Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen" (1) vom Jahre 1880 sind kaum neue, uns weiterführende Thatsachen über diesen Gegenstand aufgefunden worden. Die Resultate, zu denen Engelmann gelangt ist, sind allenthalben bestätigt, durch weitere Prüfungen bekräftigt und von Niemand mit Erfolg bestritten worden. Wie wir aber dort zu einer tieferen Erkenntniss der Prozesse, welche sich bei der Flimmerbewegung abspielen, noch nicht gelangen konnten, wie vielmehr manche von andrer Seite aufgestellte Vermuthung oder Behauptung vor der Kritik Engelmann's nicht hat Stand halten können, so wird man auch in den hier folgenden Zeilen nur wenig finden, was uns diesem Ziele näher brächte. Vielmehr ist es zunächst nur meine Absicht, darzuthun, dass der Bau des Flimmerapparates, und zwar dessen extrazellulären Antheiles, welcher nach den Untersuchungen früherer Autoren, besonders aber Engelmann's, schon ein recht komplizirter ist, an gewissen Orten noch eine Steigerung in dieser Richtung erfahren kann.

Die ersten Beobachtungen, welche mich auf diesen Punkt führten, machte ich im Frühjahr dieses Jahres in Triest, wo mich der rege Eifer des dortigen Naturalienhändlers Johann Kossel

auch für andere Zwecke mit dem besten Untersuchungsmaterial versorgte. Sodann bot sich hier in Kiel eine günstige Gelegenheit, das schon Begonnene fortzusetzen, wofür ich dem bereitwilligen Entgegenkommen des Herrn Prof. K. Möbius auch an dieser Stelle meinen besten Dank abstatte.

Die Untersuchung der zur Besprechung kommenden Objekte geschah in deren völlig frischem Zustand, indem sie dem noch lebenden Thier entnommen und mit der Leibesflüssigkeit desselben oder mit etwa 1,5—2 $^0/_0$ igem Seewasser bedeckt, sofort unter das Mikroskop kamen. Da die Flimmerbewegung noch lange unverändert anhielt — bei Scrobicularia piperata beispielsweise mehr als 2 Stunden lang —, so war ein Beweis gegeben, dass eine wesentliche Veränderung des Gewebes auf diese Weise nicht zu befürchten war. Ebenso konnte von umständlicheren Methoden Abstand genommen werden, da schon unter den gewöhnlichen Bedingungen bei diffusem Tageslicht und gerader Beleuchtung alle Einzelheiten aufgefunden werden konnten, von denen weiter unten die Rede sein wird, so dass die von Engelmann empfohlene Anwendung grünen Lichtes und schiefer Beleuchtung, sowie eine Mazeration des Gewebes sich als unnöthig herausstellten. Nicht unterlassen will ich anzuführen, dass ich mich einer Wasserimmersion (B) von Rud. Winkel bediente, die in der That Vorzügliches leistet, zumal wenn man sie in etwa halbverdünntes Glycerin taucht. Die Vergrösserung mit Ocul. 2 und halbeingeschobenem Tubus betrug etwa 620 lin., was auch in dem grössten Theil der Zeichnungen beibehalten ist.

Die Flimmerepithelien gehören zu denjenigen Geweben, welche am frühesten die Aufmerksamkeit der Forscher in Anspruch genommen haben. Ihre Verbreitung ist aber bekanntlich nicht auf diejenigen Orte angewiesen, wo man sie zuerst bemerkt hat, sondern je mehr man sich von den Objekten, welche ehedem fast einzig und allein der Histologie zu Grunde gelegen haben, entfernt, je mehr man mit anderen Worten in dem Thierreiche hinabsteigt, um so umfangreicher wird im Allgemeinen das Gebiet, welches die Flimmerzellen umfassen. Bei dem Menschen und den übrigen Säugethieren beschränken sie sich mehr auf den Respirationskomplex, einige Theile der Geschlechtsorgane u. s. w. Die Reptilien und Amphibien lassen weiterhin schon im Verdauungssystem Flimmerepithelien nachweisen. Unter den Wirbel-

losen stehen allerdings die Arthropoden ganz abseits, da bei ihnen ein derartiges Gewebe überall vermisst wird, an dessen Stelle nun zwar andere Elemente auftreten, welche, wie sich weiter unten zeigen wird, wenigstens in morphologischer Hinsicht mit jenem eine gewisse Aehnlichkeit besitzen. Ganz im Gegensatz hierzu finden wir bei den Mollusken und Tunicaten einen grossen Theil der Organe mit unserem Epithel behaftet, so bei den ersteren die Kiemen (Lamellibranchier), die Verdauungsorgane (Lamellibranchier, Prosobranchier und Opisthobranchier), verschiedene Theile des Geschlechtsapparates und schliesslich sogar viele Stellen der Körperbekleidung, wie z. B. die Fusssohle, die Fussdrüsen (2) (J. Carrière), die Rückenpapillen der Aeoliden u. s. w. Auch bei den Würmern kann man gleiche Beobachtungen machen, namentlich bei den Turbellarien. Der Darmkanal vieler Anneliden zeigt lebhafte Flimmerung, ausführende Gänge sind mit Wimperorganen versehen u. s. w. Aehnliches gilt weiterhin von den Echinodermen, deren histologischer Bau allerdings noch wenig durchgearbeitet ist. Doch sind zuletzt von O. Hamann (3) in erster Linie vom Darmtractus der Asteriden, vom Steinkanal der Holothurien (4) etc. Flimmerzellen beschrieben worden. Unter den Coelenteraten braucht schliesslich nur an die Ctenophoren erinnert zu werden, deren Schwingplättchen ja nach C. Chun aus einzelnen Wimperhaaren bestehen, und auch die Spongien sind hier anzureihen, an die sich schliesslich ganze Gruppen von Infusorien anschliessen, die man geradezu als freilebende Flimmerzellen betrachten könnte.

Schon Engelmann[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Bau des Flimmerapparates durchaus kein übereinstimmender ist. Dies gilt zuvörderst für den Grad, den dessen morphologische Complicirtheit erreicht. Das Einfachste, was man sich denken kann, ist ja, dass auf der Oberfläche der Zelle ganz gleichförmig gebaute Haare entspringen, die eine weitere Gliederung nicht erkennen lassen. Diese „direkten Verlängerungen des Protoplasmas" fand Engelmann bestätigt für viele einzellige Organismen und für viele Flimmerepithelzellen von Metazoën; und in der That wird man sich an gewissen Orten vergeblich bemühen, mehr als ein härchenartiges, in keiner Weise differenzirtes Gebilde zu sehen.

1) l. c. p. 506.

Hierher dürfte das Nierenepithel der Mollusken und die flimmernden Zellen aus der sog. Leber der Lamellibranchier zu rechnen sein, während ich bei den Opisthobranchiern doch wenigstens beim Absterben der identischen Zellen die Fussstücke der Flimmerhärchen hervortreten sah. Bei den Turbellarien scheinen ebenfalls ganz einfache Flimmern vorzukommen, und selbst die von Engelmann sogenannten Zwischenglieder, welche sonst den eigentlichen Haarschaft von den Fussstücken trennen, gelang es mir hier nicht im physiologisch-frischen Zustand des Gewebes zur Wahrnehmung zu bringen. Ob jedoch in allen diesen Fällen jene Zwischenglieder und die spindelförmigen Bulbi wirklich fehlen, soll nicht entschieden werden, und wenngleich ich dies für die Niere der Mollusken als wahrscheinlich hinstellen möchte, so möge doch nur die Thatsache betont werden, dass hier wie auch an anderen Orten von den Fussstücken keine Spur aufzufinden war.

Die erste Differenzirung im Bau der Flimmerhärchen ist nun die der Fussstücke, wie besonders Th. Eimer (5) und Engelmann nachgewiesen haben, und wenngleich diese Gebilde schon von Anderen, wie J. Eberth, Marchi etc. gesehen worden sind, so ist es doch vor Allem Engelmann's Verdienst, den unmittelbaren Zusammenhang dieser Fussstücke einerseits mit den eigentlichen Cilien und andererseits mit der sog. Wimperwurzel nachgewiesen zu haben, derartig also, dass jede Faser der letzteren kontinuirlich in das Fussstück, dieses aber in die eigentliche Cilie übergeht.

Das Vorkommen der Fussstücke ist ein weit verbreitetes. Hat es nun schon lange gedauert, bis dieselben und ihr Verhältniss zum übrigen Flimmerapparat in obiger Weise richtig erkannt worden sind, so findet man sie auch jetzt noch in vielen Schriften falsch dargestellt und in ganz unzutreffender Weise als „durchbohrte“ oder „mit Poren versehene Cuticula“ bezeichnet. So fand, um nur einige Beispiele anzuführen, Sochaczewer (6) in der Fussdrüse der Landpulmonaten an der Wand des „Zwischenganges“ Flimmerzellen mit „zarter, sehr dünner Cuticula“, welche von den Härchen durchdrungen wird (l. c. p. 42). Justus Carrière (2) sah ferner an dem Fusssohlenepithel der Prosobranchier „zwischen den Cilien und dem protoplasmatischen Körper der Zelle einen ziemlich breiten, gestreiften Saum“ (l. c. p. 400), über dessen Natur er sich nicht genauer ausspricht. Zugleich aber bemerkt

der Autor, um es schon an dieser Stelle zu erwähnen, über diesem Saum und am Grunde der Cilien einen schmalen Streifen, welcher sich mit Fuchsin sehr stark färbt; er „möchte ihn für Schleim halten, welcher sich da ansetzt, falls er nicht doch dem Saume angehört“. — Weiter unten werden wir erkennen, wofür dieser „Streifen“ angesehen werden muss; jetzt sei nur noch auf einige ähnliche Irrthümer hingewiesen, welche sich hier und da finden. Als solch' ein Irrthum muss es wohl auch bezeichnet werden, wenn Eduard Meyer (7) das Flimmerepithel des Oesophagus von Polyophthalmus pictus mit einem cuticularen Saume versieht, dem die Cilien aufsitzen; und wenn wir an diesem Saum nicht einmal eine Streifung angegeben sehen, so bleibt eigentlich nur die Annahme übrig, dass diese Feinheiten beim Conserviren des Gewebes zerstört worden waren, wobei eine Quellung der einzelnen Fussstücke derartig stattgefunden haben muss, dass sie gewissermassen in einander verschmolzen sind. Auch die Angaben, welche Isao Jijima (8) über das Pharynxepithel von Süsswasser-Dendrocoelen macht, werden nach dieser Richtung hin einer kleinen Verbesserung bedürfen. Jijima lässt nämlich dieses Epithel eine „stark gefärbte körnige Cuticula besitzen (l. c. p. 390 und Taf. XX, Fig. 11), an welcher er feine Poren unterscheiden will, durch welche die kurzen aber starken Cilien nach aussen zu gehen scheinen“.

Wenngleich sich nun noch mehr ähnlicher Beispiele heranziehen liessen, so kann man doch schon jetzt behaupten, dass sich trotz der epochemachenden Arbeit Engelmann's die Ansichten über den Bau des Flimmerapparates wenig über die ältere Cuticulartheorie erhoben. Allerdings hat O. Hamann im Darm der Asteriden recht wohl den verfänglichen Saum in einzelne Stücke aufgelöst. Leider aber sind die beigegebenen Zeichnungen etwas mangelhaft ausgeführt (l. c. Asteriden, Taf. VI, Fig. 54—57 a), so dass man nicht weiss, ob man die etwas in der Luft schwebenden basalen Verdickungen der Cilien für die Fussstücke oder, wie es fast in der Zeichnung aussieht, für die Bulbi der Cilien halten soll. — Von den wenigen Zoologen, welche zu einer richtigen Auffassung gelangt sind, sei hier schliesslich nur R. Jacobi (9) genannt, welcher an dem Hypodermisepithel der Polydoren die Engelmann'schen Angaben bestätigen konnte (l. c. p. 11).

Da ich nicht im Stande war, alle die oben als irrthümlich bezeichneten Darstellungen selbst zu prüfen, so wird diese Kritik

als ungerechtfertigt erscheinen. Wenn man aber bedenkt, dass sich jene Untersuchungen nicht mit dem lebenden Gewebe, sondern fast ausnahmslos mit Spiritusmaterial beschäftigten, so wird man ihnen nicht in allen histologischen Einzelheiten, zumal wenn es sich um besondere Feinheiten handelt, ein gleiches Vertrauen schenken dürfen. Dazu kommt noch der sehr bedeutsame Umstand, dass seit Engelmann's Reform an keinem einzigen physiologisch frischen Präparat eine zusammenhängende Cuticula nachgewiesen worden ist, welche ihrerseits erst die Cilien trüge, abgesehen von Fällen, wo es sich um eine sehr dünne Zellmembran handeln sollte.

Engelmann beschreibt und zeichnet seine Fussstücke, um nun auf diese näher einzugehen, als kleine, etwa cylindrisch zu denkende Säulchen, welche ungefähr doppelt so hoch als breit oder doch nur wenig höher sind. Zuweilen sind sie auch völlig isodiametrisch, in welchem Falle — an Zellen aus der Nasenschleimhaut des Frosches — Engelmann sie als „Körnchen" bezeichnet hat. Besitzen die Fussstücke jedoch eine etwas grössere Dimension in der Längenrichtung, werden sie mit anderen Worten stäbchenförmig, so lässt sich an ihnen in der Regel noch eine weitere Gliederung auffinden. Wenn dies Engelmann nicht gelungen war, so mag es zum Theil daran liegen, dass diese Gliederung nicht überall vorhanden ist, namentlich wenn die Fussstücke immer noch niedrig sind und kaum die doppelte Höhe ihrer Dicke erlangen, was im Darm von Cyclas und wohl auch von Anodonta einzutreffen scheint. Zum Theil aber wird der Umstand ferner in Betracht zu ziehen sein, dass Engelmann hauptsächlich todte, d. h. durch eine Macerationsflüssigkeit veränderte Zellen untersuchte.

Bei Betrachtung der Abbildungen, welche Engelmann von den Kiemen einiger Muscheln, z. B. von Cyclas (l. c. Taf. V, Fig. 5 und 10) und Anodonta (Fig. 9), sowie von anderen Flimmerzellen giebt (Darm von Cyclas Fig. 13, von Anodonta 15), muss es auffallen, dass die Fussstücke nicht als einfache freiendigende Stäbchen gezeichnet sind, sondern dass sowohl ihre oberen wie auch unteren Enden untereinander durch Linien verbunden sind, so dass das Bild einer doppelt contourirten Cuticula nachgeahmt wird, die eine gleichmässige Strichelung zeigt. Nun hat allerdings der Autor nachgewiesen und durch Abbildungen bekräftigt,

dass in einigen Fällen, nämlich an den Eckzellen der Cyclaskieme, die Fussstücke derartig verschmelzen oder richtiger reihenweise aneinander gefügt werden, dass zwei parallele Leistchen entstehen (l. c. p. 512, Fig. 6 und 7); für die übrigen Fälle muss aber eine andere Erklärung Platz greifen.

An den Kiemenzellen von einigen Lamellibranchiern, z. B. von Mytilus, Cardium, Mya etc. sehe ich nämlich ganz deutlich bei etwa 620facher Vergrösserung, dass die Fussstücke nur scheinbar einen oberen und einen unteren Contour besitzen; denn sie bestehen nicht schlechtweg aus einem einfachen Stäbchen von gleichartigem Durchmesser, sondern jedes dieser Stäbchen ist an seinem oberen wie auch an seinem unteren Ende mit einem scharf umschriebenen, anscheinend kugeligen Knöpfchen versehen. Und liegen diese Zellen in seitlicher Ansicht vor, so reiht sich ziemlich dicht gedrängt Knöpfchen an Knöpfchen, so dass zwei parallel ziehende perlschnurartige Linien zu Stande kommen. Ist diese Erscheinung durch irgend welche Umstände, meist wohl durch die Einwirkung fremdartiger Flüssigkeiten, undeutlich oder verwischt, oder wendet man zu schwache und unscharfe Vergrösserungen an, so bilden sich jene beiden geschlossenen Contouren, oder man erhält sogar das seitliche oder Durchschnittsbild einer mit Poren versehenen Membran, geradeso wie es in ähnlichen Fällen, z. B. im Mitteldarmkomplex der Arthropoden, ganz allgemein der Fall ist.

An vielen Stellen, wo man gewohnt war von einer doppelt contourirten Cuticula zu sprechen, lassen sich derartige Knöpfchenreihen, wie sie kurz bezeichnet werden mögen, mit Leichtigkeit nachweisen. Unsere Fig. 7 stellt ein Stück des Darmepithels von einem Wurm, Arenicola marina, bei etwa 800facher Vergrösserung dar. Man kann hier die einzelnen Pünktchen oder Knöpfchen haarscharf von einander trennen. Ferner sieht man, wie von jedem der oberen Knöpfchen das eigentliche Wimperhaar entspringt. Es sei übrigens schon hier bemerkt, dass jene oberen Knöpfchen durchaus nicht unmittelbar zu diesem Wimperhaar gehören und dass sie nicht etwa mit dessen Bulbustheil identisch sind. Auch bei anderen Würmern finden sich ferner ähnliche Verhältnisse, so bei Terebella zostericola, wo namentlich die oberen Knöpfchen scharf hervortreten und als Basis für die sehr langen Flimmerhaare dienen. Umgekehrt ist es im Darm von Scoloplos armiger,

wo die untere Knöpfchenreihe deutlicher ist, während die obere erst beim Ermatten des Wimperspiels ihr Dasein zu erkennen giebt.

Bei Aricia foetida scheint J. Gaule (10) schon ähnliche Verhältnisse vor Augen gehabt zu haben. In der Wiedergabe des Kiemenepithels dieses Thieres nämlich werden die Fussstücke Engelmann's in Fig. 3 durch zwei parallele Reihen markirt, von denen jede aus aneinandergefügten Punkten besteht. Wenngleich nun auch in der genannten Abbildung die Verbindungsstücke zwischen je einem oberen und einem unteren Punkte fehlen, so hebt Gaule doch ausdrücklich das Vorhandensein von „Fussstücken" hervor und beschreibt sie auch als ganz kurze Stäbchen (l. c. p. 157), welche den Cilien zum Ursprung dienen. Wenn wir uns aber an diese wenigen Worte des Textes halten, so bleibt doch die Ansicht Gaule's über den Bau der Fussstücke durchaus zweifelhaft, und da die Stäbchen nicht eingezeichnet sind, so ist es auch möglich, dass nur ihre Endpunkte schlechtweg angegeben werden sollten, gleichgültig, ob sich diese in ihren Eigenschaften von dem übrigen Theil der Stäbchen unterscheiden oder nicht.

Dass thatsächlich in den meisten Fällen ein Unterschied zwischen beiderlei Elementen vorhanden ist, lässt sich leicht erkennen. In der Regel glänzen die beiden Knöpfchenreihen stärker als die zwischen ihnen liegenden Stäbchenstücke, so dass sie beim Heben und Senken des Tubus bald als dunklere, bald als hellere Linie erscheinen. Ferner färben sie sich mit verschiedenen Carmintincturen und wässerigem Hämatoxylin besonders intensiv, ein Umstand, der ja auch schon J. Carrière's Aufmerksamkeit erregt hat, wenngleich seine Deutung eine unsichere war.

Bei dem hier vorgeführten Beispiel aus dem Darm von Arenicola ist der Stäbchensaum noch ein sehr niedriger. Wir können uns nun den ganzen Apparat ebenso beschaffen denken, lassen dann aber die beiden Knöpfchenreihen auseinanderrücken, so dass mithin die dazwischen liegenden Stäbchen sich in die Länge strecken. Im ersteren Falle sind sie nämlich etwa doppelt oder höchstens dreimal so hoch als dick (Fig. 7); sie können aber, was bei Würmern seltener, dagegen weit häufiger bei Echinodermen und Mollusken eintritt, noch andere Dimensionsverhältnisse annehmen. Ja, diese Erscheinung ist eine so weit verbreitete und

so charakteristische, dass es fast Wunder nehmen muss, warum sie so lange unbekannt geblieben ist. Dies liegt zum grössten Theil wohl daran, dass unter den Mollusken fast nur Anodonta und Cyclas zur Untersuchung benutzt wurden, wo gewissermassen zufälligerweise der von den Fussstücken gebildete Saum sowohl in der Kieme wie auch im Darm ein niedriger ist. Eine einzige hierher gehörige Beobachtung habe ich in der älteren Litteratur finden können, nämlich die, welche Fr. Boll (11) an den Fühlern eines Meeresgastropoden, Calyptraea, gemacht hat, und wenngleich diese Beobachtung ja noch keine korrekte Auslegung erfahren konnte, so verdient sie doch besonders erwähnt zu werden, um so mehr, als Boll richtig erkannte, „dass sie für die Histiologie des Wimperepithels von hohem Interesse ist (l. c. p. 52). Die Fühler von Calyptraea sind nämlich „von einem Flimmerepithel überzogen, an dessen Zellen der der freien Fläche zugekehrte Saum Dimensionen angenommen hat, wie ich sonst an keiner Stelle auch nur annähernd gesehen habe und welche denselben vollkommen einer echten Cuticula ähnlich machten. Derselbe wurde von den Wimperhaaren deutlich durchbohrt und erschien wie von Porenkanälchen durchzogen“ (Fig. 23). In der neueren Zeit hat dann auch J. Carrière am Fusssohlenepithel von Fasciolaria liguaria und Tritonium cutaceum einen „ziemlich breiten gestreiften Saum“ konstatirt (l. c. p. 400; Taf. XXIII, Fig. 30, 31 und 32). Recht merkwürdig ist auch das, was B. Hatschek (12) am präoralen Wimperkranz einer Annelidenlarve gesehen hat. Hier ist nämlich „die hohe Cuticula von Porenkanälen durchbohrt, die in ihrem Verlauf eine scharfe Anschwellung zeigen“. Wenn wir jedoch diese Kanäle als Fussstäbchen der Cilien auffassen würden, wozu doch gewiss eine grosse Berechtigung vorhanden ist, so würde diese Anschwellung mit unseren Knöpfchen identisch sein, nur dass diese hier in die Mitte des Stäbchens zu liegen kommen. — Aehnlich wie Boll hat schliesslich auch Carl Grobben (13) an verschiedenen Epithelien des Harn- und Geschlechtsapparates der Cephalopoden unter den Cilien einen hohen cuticularen Saum angetroffen. So fand er die Zellen der sog. Venenanhänge von Sepia mit einer „dicken blassen Cuticularschicht behaftet, die zuweilen wie aus Stäbchen zusammengesetzt erscheint“ („Stäbchencuticula“), und an einer anderen Stelle wird durch diesen Stäbchenzerfall sogar das Bild einer Wimperung der Zellen vorgetäuscht“

(l. c. p. 19). Endlich traf Grobben auch in der Hodengegend von Eledone eine ansehnliche breite Cuticularschicht, welche von den Wimpern durchsetzt wird (l. c. Taf. II, Fig. 13), eine Schicht, die im Leibeshöhlenepithel der Cephalopoden besonders hoch ist (ebenda Fig. 17).

Der Zwischenraum zwischen den beiden Knöpfchenreihen kann sehr verschiedene Dimensionen annehmen. Recht gering sind diese noch im Darm von Rissoa (Fig. 1), wo jedoch die Knöpfchen von grosser Schärfe sind und noch eine andere Complication eintritt, die weiter unten zur Sprache kommen möge. Eine nächst höhere Stufe nimmt nunmehr das Darmepithel der sog. Flachmuschel, Scrobicularia piperata, ein (Fig. 4), denn hier sieht man schon bei 620facher Vergrösserung den Saum von einer Breite, welche die des danebenstehenden Saumes von Arenicola marina, der stärker vergrössert ist, um ein mehrfaches überschreitet. Hier haben wir auch einen Fall, wo die Knöpfchen, vielleicht wegen ihrer sehr eng gedrängten Stellung, so wenig markirt und von einander gesondert sind, dass sie einen geschlossenen Contour zu bilden scheinen und den unbefangenen Beobachter veranlassen würden, das Ganze als den optischen Schnitt einer mit Poren versehenen Cuticula zu deuten. Dieses Bild erinnert lebhaft an die schon oben citirten Abbildungen Engelmann's von den Kiemenzellen der Süsswassermuscheln.

Die Längenentwicklung der Stäbchen bleibt hier noch nicht stehen, wie uns ein Blick auf die allerdings um das Doppelte vergrösserte Fig. 2 unserer Tafel lehrt (Darmepithel von Lymnaeus stagnalis); sie wird noch auffälliger in Fig. 9 bei Tellina baltica (Darm), wo die Knöpfchen nicht nur durch einen breiten Zwischenraum getrennt werden, sondern sogar überaus schön zu erkennen sind. Besonders hier wie auch in später noch zu nennenden Fällen kann es gar nicht mehr zweifelhaft bleiben, dass die beiden Stabenden nicht nur bedeutend verdickt sind, sondern dass diese Verdickungen auch etwas andere optische Eigenschaften als die zugehörigen Stäbchen selbst haben.

Dieser so beschaffene Stäbchensaum erinnert wegen seiner Mächtigkeit lebhaft an denjenigen, der auf den Epithelien des Darmkomplexes der Arthropoden auftritt, worauf zum Schluss noch einmal zurückgekommen werden soll. Zwar kann seine Dimension bei den letzteren noch in's Ausserordentliche steigen, was beim

reinen Flimmerepithel selbst in den extremsten Fällen nicht eintritt. Immerhin kann es hier recht wohl vorkommen, dass die eigentlichen Cilien kaum viel länger als ihre Fussstücke sind. Schon im Darm von Tellina mögen die Fussstäbchen, wie diese so verlängerten Fussstücke heissen könnten, eine Länge von etwa 2,5 μ haben. Gehen wir weiter, so treffen wir bei den Echinodermen in grosser Verbreitung einen hohen Stäbchensaum; bei Asteracanthion rubens war dieser zwar in der Oesophagusgegend niedrig, während die Wimperhärchen durch ihre Länge auffielen. Auch an der Magendecke fand ich einen ebenso niedrigen Saum, der hier nur kurze Cilien trug. Die sog. Leberanhänge des Darmtraktus jedoch wie auch der Magendarm von Ophioderma longicaudata besitzen einen recht hohen Fussstäbchensaum. Dort messen sie etwa 3,5—4 μ (Fig. 5), hier sogar schon $5\frac{1}{2}$—6 μ (Fig. 6). Im Vorderdarm von Littorina littorea (Fig. 10 und 11) und von Cardium edule (Fig. 14) kann er gleichfalls 3,5—4 μ lang sein. Im Darm verschiedener Arten der Gattung Doris (Fig. 3 und 16) halten sie gleichfalls diese Grenze inne, während bei Philine aperta sich leicht loslösende Flimmerzellen anzutreffen waren, deren mächtiger Saum etwa 6,25 μ hoch war (Fig. 15), ein Verhältniss, das vielleicht noch von Aplysia punctata übertroffen wird (Fig. 13 c).

Wie ein Blick auf die angefügten Abbildungen lehrt, ist der Bau dieser Fussstäbchen kein ganz übereinstimmender. Zunächst kann es sich ereignen, dass eine oder beide Knöpfchenreihen entweder ganz fehlen oder unter gewöhnlichen Umständen wenigstens nicht sichtbar sind. Dies fiel mir im Magendarm von Ophioderma auf (Fig. 6), wobei sich herausstellte, dass sich der Stäbchensaum bei den Echinodermen in mehrfacher Hinsicht wesentlich von dem der Mollusken unterscheidet. Dort ist er nämlich weniger lichtbrechend, infolge dessen er bei scharfer Einstellung matter und heller aussieht. Bei Untersuchung in Seewasser könnte man ihn daher zuweilen übersehen. Andererseits kann er hier aber auch deutlicher als irgend wo anders werden, weil die einzelnen Stäbchen bei den Echinodermen dicker als an anderen Orten sind und ferner nicht so gedrängt zu stehen scheinen, womit es wohl zusammenhängen dürfte, dass namentlich im Magendarm von Ophioderma die Flimmerhärchen vereinzelter eingefügt sind, wie von O. Hamann bereits angegeben wird. Ausserdem sind die letzteren im Gegensatz zu den Stäbchen recht fein und noch schwerer

sichtbar, so dass man oft nur die durch sie hervorgerufene Bewegung der umgebenden Partikelchen gewahrt. Eine feinere Differenzirung der Flimmerhärchen selbst wird man hier daher vergeblich suchen, so dass diese vor der Hand als direkte Fortsätze der Fussstäbe angesehen werden mögen. Ich vermuthe aber doch, dass auch im Magen von Ophioderma die Knöpfchen der letzteren nachweisbar sein werden, worauf ja schon das Verhalten von Asteracanthion rubens hinzeigt. Hier konnte ich in allen Theilen des Darmgebietes die untere Knöpfchenreihe immer auffinden, und namentlich in den sog. Leberanhängen ist sie von schlagender Deutlichkeit (Fig. 5). Nur die obere Knöpfchenreihe bietet noch einige Abweichungen dar, denn in den dorsalen Magenanhängen, wo der Saum niedrig ist, sind sie schwach und undeutlich, während die des Magenepithels desselben Thieres das Gegentheil aufweisen. Ihr Verhalten mag nun nicht immer ein gleichartiges sein, worauf das Leberepithel schliessen lässt. Zuvörderst war es mir kaum möglich, hier diese obere Punktreihe festzustellen, und erst beim Wechsel der Beleuchtung, wie es scheint beim Uebergang von der geraden in die schiefe, sprangen die einzelnen Knöpfchen plötzlich haarscharf hervor, eine Erscheinung, die ebenso kurz vor dem Absterben der Flimmerbewegung eintreten kann, vielleicht in Folge einer chemischen Aenderung ihrer Zusammensetzung. Im Uebrigen gilt für Asteracanthion das schon oben Gesagte; auch hier sind die Stäbe dick und wenig glänzend. Oft stehen sie schief oder bilden aus Ursache der mechanischen Eingriffe einzelne unregelmässige Gruppen, so dass man ihre unmittelbare Zugehörigkeit zu den Cilien recht wohl einsehen kann, denn diese fehlen in den so entstandenen Lücken ebenfalls.

In ähnlicher Weise wie bei diesen Echinodermen vermisste ich die obere Knöpfchenreihe im Darm von einem Mollusk, Doris tuberculata, eine Aehnlichkeit, welche sich noch darauf erstreckte, dass auch hier die untere Reihe recht gut sichtbar war, wenngleich es schwer hielt, die einzelnen Knöpfchen aufzulösen. Hier besteht der Saum aus hohen, ziemlich dicken und daher deutlichen Stäben (Fig. 16), so dass es doppelt auffallend erscheint, dass die oberen Knöpfchen nicht zur Wahrnehmung kamen und der Uebergang in die viel dünnere Wimper so wenig markirt war.

Das gerade Entgegengesetzte ist, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, im Vorderdarm von Cardium edule zu bemerken,

insofern nämlich, als hier die untere Punktreihe nicht sichtbar wird, so dass also die Grenze des eigentlichen Zellleibes und der Beginn des Stäbchensaumes nur wenig ausgeprägt ist (Fig. 14). Dafür ist jedoch die obere Knöpfchenreihe nicht nur um so deutlicher, sondern die Knöpfe scheinen auch grösser oder doch länglicher als sonstwo zu sein.

Diese zuletzt genannten Vorkommnisse sind gewissermassen nur als Ausnahme zu betrachten, denn meistentheils ist die obere wie die untere Reihe in gleicher Weise ausgebildet, etwa wie bei Doris spec. (Fig. 3) oder bei Tellina (Fig. 9). Nun kann aber der Stäbchensaum noch eine weitere Complication eingehen, besonders dort, wo er an und für sich schon von beträchtlicherer Höhe ist. Wo dies letztere nicht der Fall ist, nämlich bei den Würmern, bleibt diese Complication aus, während sie bei den Mollusken recht häufig statthaben kann und auch bei den Echinodermen nicht fehlen dürfte.

Bei den bisher besprochenen Epithelien waren nur ein unteres und ein oberes Knöpfchen vorhanden. Nicht selten hat man aber den Eindruck, als wenn der untere Contour nicht einfach, sondern vielmehr doppelt ist, und an günstigen Objekten sieht man dann, dass sich über diese unterste Knöpfchenreihe noch eine ebenso gebildete einschiebt, über welcher erst in grösserer Entfernung die obere Punktreihe folgt. Es könnte wohl erscheinen, als ob dieses Bild auf einer optischen Täuschung beruhte, namentlich wenn man ein wenig geeignetes Objekt vor Augen hat. So konnte ich bei Doris tub. oder Aster. rub. über der untersten stärkeren Linie nur eine viel feinere verfolgen, die in der That der Reflex jener hätte sein können. Bei den isolirten Zellen von Philine aperta jedoch musste jeder Zweifel schwinden, da hier wie auch in anderen Fällen von einem Reflex nicht mehr gesprochen werden kann, wo man ganz unverkennbar die eingeschobene Linie in scharf markirte Knöpfchen oder Pünktchen auflösen konnte. Völlig hierfür beweisend ist ein Macerationspräparat von Aplysia, welches dadurch gewonnen wurde, dass man ein Darmstück mehrere Stunden lang sich selbst überliess, bis die Epithelzellen wie von selbst auseinanderfielen, ohne ihre Form irgendwie merklich zu verändern. Bei einigen der macerirten Zellen war freilich von alledem nichts mehr zu sehen (Fig. 13 b). Andere zeigten hingegen den ganzen Stäbchensaum, von dem nur die eigentlichen Cilien abgefallen

waren (Fig. 13 c), und obgleich hier schon vieles zerstört war, so konnte man doch die Gliederung der Stäbchen in die kleineren unteren Stücke, deren Form an Klötzchen erinnert, und in die längeren oberen Stücke, welche die eigentlichen Stäbchen vorstellen, in zweifelloser Weise wahrnehmen. Sämmtliche Knöpfchen waren allerdings bis zur Unsichtbarkeit verändert. Eine andere Zelle (Fig. 13 a) aber zeigte die Eigenthümlichkeit, dass vom ganzen Wimperapparat nur noch jene Klötzchen erhalten waren, die an ihrem oberen Ende noch Reste ihrer Knöpfchen trugen, welch' letzteren also unsere Neben-Knöpfchenreihe darstellen. Schon hieraus kann man den Schluss ziehen, dass diese unteren von einem oberen und einem unteren Knöpfchen begrenzten Stäbchenstücke sich in ihren Eigenschaften etwas von den oberen Stücken unterscheiden, dass mithin jedes Stäbchen aus zwei verschiedenen Theilen besteht, von denen das untere Fussklötzchen heissen möge.

Dass in der That in solchen Fällen eine derartige Gliederung des Stäbchensaumes stattfindet, zeigt uns noch besser das Darmepithel von Littorina littorea, welches man in völlig frischem Zustand am leichtesten präpariren kann, wenn man einen Gewebsfetzen aus dem vorderen Stück des freiliegenden Darmtheiles neben der blass lilafarbenen Niere herausschneidet. Fig. 10 unserer Tafel veraugenscheinigt das mehr aus dem Oesophagus entnommene Epithel bei 620facher Vergrösserung, während Fig. 11 aus der soeben bezeichneten Stelle herrührt und der Deutlichkeit halber in der Zeichnung etwa verdoppelt ist. Sieht man genau zu, so erkennt man über jedem der äusserst deutlichen Basalknöpfchen (u. k.) ein kurzes kräftiges Stück, das Fussklötzchen, von denen wieder jedes einzelne in genau derselben Höhe ein weniger gut sichtbares und blasser erscheinendes Knöpfchen trägt (n. k.). Auf diesem letzteren, dem Nebenknöpfchen, erhebt sich nun das schlankere und etwa um das sechsfache längere Stäbchen, das seinerseits mit dem sehr grossen oberen Knöpfchen (o. k.) endigt. Dieses erst trägt die eigentliche Cilie. Bei seitlicher Ansicht hat man also drei völlig von einander getrennte Knöpfchenreihen vor sich. In der Regel ist die eingeschaltete Reihe (n. k.) weniger deutlich und erscheint wie gesagt oft nur als feine Linie, wie etwa bei Doris tub. Zuweilen mag diese Erscheinung aber wirklich auf optischer Täuschung beruhen, z. B. bei Asteracanthion

rubens, wo sie sich beim Heben und Senken des Tubus hin und her bewegt und zuweilen auch verdoppelt oder gar verdreifacht ist. In den übrigen Fällen jedoch hat man einen sicheren Beweis, dass eine solche Täuschung ausgeschlossen ist. Abgesehen davon, dass z. B. bei Littorina die sog. Klötzchen dicker als die übrigen Stäbchentheile aussehen, und abgesehen ferner davon, dass die Nebenknöpfchen ganz distinkt umschrieben sind, so gewahrt man noch ein eigenthümliches Phänomen. Lässt man nämlich das stetig beobachtete Gewebe unter dem Mikroskop allmählich absterben, so hört das Flimmerspiel auf und die Cilien knicken um, wobei sie sich auf die Stäbchen legen. Sodann verschwindet die obere Knöpfchenreihe, die zuerst so ungemein deutlich war, dem Auge, während die Fussstäbchen selbst noch unverändert bleiben. Gleichzeitig geht aber auch an den Fussklötzchen eine Wandlung vor sich, indem sich das Verhältniss zwischen den beiden unteren Knöpfchenreihen umkehrt, dergestalt, dass jetzt die Nebenreihe scharf hervorspringt, während die unterste verblasst. Somit muss man erkennen, dass erstere nicht das Reflexbild der letzteren sein kann, denn dann müsste sie gleichfalls in demselben Maasse verblassen und abnehmen. Sie müsste sogar eher verschwinden und nicht, wie es thatsächlich der Fall ist, noch mehr markirt werden (Fig. 12).

Wo zwei untere Knöpfchenreihen vorhanden sind, kann man durchweg annehmen, dass die unterste normalerweise die stärkere ist. Eine Abweichung von dieser Regel scheint jedoch am Darmepithel von Rissoa vorzukommen, wobei allerdings eine optische Täuschung nicht ausgeschlossen ist. Wir hatten schon gesehen, dass hier beide Reihen sehr eng übereinander laufen (Fig. 1). Sie sind beide schön markirt. Ausserdem sah ich aber noch zu wiederholten Malen einen dritten Contour und zwar unterhalb der unteren Reihe. Dieser neue Contour war sehr undeutlich, schmal und dicht an jener Reihe. Es lässt sich mithin über diese Erscheinung nicht viel aussagen, doch möchte ich recht wohl glauben, dass wir es hier gleichfalls mit einer Nebenreihe zu thun haben, wenn sie nicht etwa schon im eigentlichen Zellleib liegt und vielleicht auf die protoplasmatische Streifung zurückzuführen ist.

Von Th. Eimer, M. Nussbaum (14) und besonders von Engelmann ist gezeigt worden, dass die Cilien auf den Fussstücken aufsitzen, dass sie also deren Verlängerungen sind und

nicht zwischen sie fallen. Diese Angaben können wir im vollsten Maasse bestätigen, wenngleich es an diesem Orte nicht beabsichtigt war, darauf näher einzugehen. Die genannten Autoren haben ihre Resultate namentlich an Isolations- und Macerationspräparaten erreicht; denn am völlig intakten Gewebe ist dieser Beweis kaum zu führen, da die Wimperhaare so dicht stehen, dass man den Verlauf jedes einzelnen Elementes nicht verfolgen kann. Es ereignet sich aber nicht selten schon bei Behandlung des frischen Epithels, bei Aster. rub. z. B., dass die Fussstücke oder -stäbe, wie sie hier heissen müssen, büschelförmig auseinanderweichen und dass hier und da auch einmal ein einzelnes Stäbchen zu stehen kommt, auf dem man dann das Flimmerhaar sieht. Ehe mir dies klar wurde, glaubte ich aus Zweckmässigkeitsgründen vermuthen zu dürfen, dass diese Haare zwischen den hohen, bewegungslosen Stäbchen hervorwachsen, da sie so doch unmittelbar mit dem Zellleib zusammenhängen und davon nicht durch eine Schicht getrennt würden, deren Bedeutung für das Wimperspiel nicht recht ersichtlich ist. Dennoch aber gilt für diese Stäbchen, um es noch einmal zu wiederholen, das, was Engelmann für die um so viel niedrigeren Fussstücke bewiesen hat.

Die Grössenverhältnisse zwischen den eigentlichen Flimmerhaaren und den Fussstäben können die verschiedenartigsten sein, und ein direktes Abhängigkeitsverhältniss zwischen beiden existirt hierin nicht. Auf einem ganz niedrigen Stäbchensaum können ausserordentlich lange Härchen sitzen, wie wir dies bei Rissoa sehen (Fig. 1). Vom Darm der Scrobicularia gilt Aehnliches (Fig. 4). Oft messen diese aber nur das vier- oder dreifache des Saumes, wie etwa bei Philine (Fig. 15), Doris tub. (Fig. 16), Cardium, Tellina etc. Zuweilen sind sie ferner nur doppelt so lang, wofür man Ophioderma anführen könnte (Fig. 6). In einigen Fällen aber sind die Cilien sogar nur wenig länger als die dazu gehörigen Fussstäbe, wie z. B. in der sog. Leber von Aster. rub. und ganz besonders bei Littorina, wo also die auffällige Erscheinung eintritt, dass vom ganzen Flimmerapparat die eine Hälfte auf die steifen Fussstäbe, die andere erst auf die beweglichen Cilien verwendet wird (Fig. 10 und 11).

In den meisten Fällen scheinen auch hier die Flimmerhaare, der Angabe Engelmann's entsprechend, in ein unteres dünnes

„Zwischenglied" (l. c. p. 517), in ein darauf folgendes angeschwollenes Bulbusstück und in die eigentliche Geissel gegliedert zu sein. Da am lebenden Gewebe diese Gliederung oft schwer sichtbar ist, so kann man sie leicht übersehen. In einigen Zeichnungen habe ich sie daher auch fortgelassen. Wie nun schon Engelmann der Meinung sein dürfte, dass der Bau dieser Härchen nicht immer in der Weise complicirt ist, so glaube ich mich ihm an einigen Stellen anschliessen zu müssen; denn im Darmtractus der Echinodermen beispielsweise suchte ich vergeblich nach dieser Gliederung. Zuweilen sind freilich die sog. Zwischenglieder schon bei 600facher Vergrösserung ohne weitere Kunstgriffe gut zu erkennen, wie etwa bei Littorina (Fig. 10 und 11).

Die sofort über den obersten Stabknöpfchen beginnenden Zwischenglieder glänzen so wenig, dass man ihrer kaum gewahr wird, weshalb Engelmann nicht Unrecht that, als er sie in einigen seiner Abbildungen ganz fortfallen liess und durch einen leeren Raum markirte. Immerhin kann man sie fast stets als feine Strichelchen erkennen.

Die Zwischenglieder gehen plötzlich in den Bulbustheil über, der im frischen Zustand als ein heller, glänzender, den Knöpfchenreihen paralleler Contour erscheint, wie etwa in Fig. 1 (h. b.) bei Rissoa, Fig. 10 und 11 bei Littorina, ferner bei Cardium, Doris etc. An manchen Orten kann man diesen Contour recht wohl in einzelne, ebenfalls knöpfchen- oder eher birnförmige Punkte auflösen, so dass man auch hier wieder vor einem Trugbilde sicher ist (Littorina). Man beobachtet dort also, wie sich über der obersten Knöpfchenreihe jedes einzelne Element plötzlich verdünnt, wie es dann in geringer Höhe ebenso plötzlich anschwillt, um sich dann nach oben hin birn- oder zwiebelförmig zuzuspitzen, so etwa, wie es Engelmann a. a. O. in Fig. 9 und 10 dargestellt hat.

Die eigentlichen lebhaft hin und her schwingenden Härchen sind, wie wir gesehen, im Allgemeinen nicht nur länger als die Fussstäbe, sondern sie sind auch dünner, besonders wenn wir die Echinodermen in Betracht ziehen. Dann aber scheint ihr Querdurchmesser zu ihrer Länge in keinem Abhängigkeitsverhältniss zu stehen, da kurze Härchen ziemlich dick, lange hingegen äusserst schlank sein können, und umgekehrt. — Ob sie aus einer ganz homogenen Substanz bestehen, muss noch völlig zweifelhaft bleiben. Ich habe jedenfalls keine Differenzirung irgend welcher Art an

ihnen wahrnehmen können. Dennoch scheint, was ja auch bereits Engelmann erwähnt, die Spitze der Cilien eine etwas andere Eigenschaft als der Schaft zu haben. In der That sieht man zuweilen die Spitze dicker oder etwas glänzender (Fig. 10), wobei das erstere eine auf letzterem beruhende optische Täuschung sein wird. Beim Absterben oder bei Einwirkung gewisser Reagentien bemerkt man dann auch noch eine andere Erscheinung, die auch schon zu wiederholten Malen beschrieben worden ist. Die freien Endtheile der Cilie bilden sich nämlich zu kleinen kugelförmigen Knöpfchen oder Kügelchen um (Fig. 7), welche sich meist stärker tingiren als die Schäfte. Diese Kügelchen sind aber durchaus nicht präformirt, sondern sie treten erst auf irgend einen wahrscheinlich rein chemischen Einfluss hin auf, indem das Ende der Cilien in der angegebenen Weise verändert wird, woraus man vielleicht schliessen kann, dass sein chemischer Bau ursprünglich schon etwas von dem des Cilienschaftes differirt.

Wie wir nunmehr gesehen haben, kann der extracelluläre Wimperapparat eine complicirtere Struktur annehmen, als man vermuthen sollte. Sehen wir ihn doch bei Rissoa aus acht verschiedenen Gliedern bestehen; denn jede ganze Wimper wird zusammengesetzt 1) aus einem dem Zellleib aufsitzenden Knöpfchen, 2) dem darauf folgenden Klötzchen, das hier merkwürdigerweise mächtiger entwickelt ist, als an anderen Stellen der ganze Stäbchensaum, 3) dem Nebenknöpfchen, das 4) in das Stäbchen übergeht, welches 5) mit dem oberen Knöpfchen endet. Dieses trägt 6) das Zwischenglied, an das sich 7) der Haarbulbus mit dem Schaft 8) anschliesst.

Die ausserordentliche Ausbildung der Fussstücke, welche schliesslich als Stäbchen, Borsten oder steife Haare imponiren können, giebt uns Veranlassung, diese Gebilde mit dem Stäbchen- oder Härchensaum zu vergleichen, wie er sich an vielen anderen Orten findet. Diese Veranlassung erscheint mir um so dringender, als vor Kurzem von O. Tornier (15) eine ganz ähnliche Einrichtung wie die, welche ich bei Wirbellosen angegeben, an anderen Stellen, namentlich bei Wirbelthieren, aufgefunden ist, so dass also deren Verbreitung eine sehr grosse ist, was übrigens schon vor mehreren Jahren von mir vermuthungsweise ausgesprochen war. Das Vorkommen eines deckelartigen Saumes auf Epithelzellen, welcher wie eine gestrichelte Cuticula aussieht, in

Wahrheit aber aus einzelnen mosaikartig aneinandergefügten haar- oder borstenartigen Elementen besteht, ist ja schon wiederholt festgestellt worden. Man braucht nur an das Dünndarmepithel der Säuger zu denken. In neuerer Zeit fanden Marchand und S. A. Lebedeff (16) in der Niere unter gewissen Umständen innen an den Zellen einen homogenen Saum, der eine feine Strichelung zeigt (l. c. Taf. VI, Fig. 1), die der optische Ausdruck solcher Stäbchen ist. Was den Darm anbelangt, so sah R. Boehm (17) nach subcutaner Injection von Giften bei Katzen, dass der Saum der Epithelzellen in Form feiner Wimpern zerfällt. — Dass Carl Grobben (13) wiederholt von einer „Stäbchencuticula" spricht, ist schon angedeutet worden. Sagt er doch geradezu: „Es wird durch diesen Stäbchenzerfall sogar das Bild einer Wimperung der Zellen vorgetäuscht" (l. c. p. 19). Ueber meine Befunde an wirbellosen Thieren darf ich wohl auf frühere Schriften (18—22) verweisen. Doch möchte ich O. Tornier darauf aufmerksam machen, dass ich schon mehrmals in der sog. Leber der Crustaceen, speciell auch in der „Krebsleber", sowie in den Malpighi'schen Gefässen der Insekten „feine Härchensäume" gesehen und beschrieben habe. Auch A. Sommer (23) hat im Mitteldarm der Poduriden Uebereinstimmendes beobachtet. „Bei starker Vergrösserung", so sagt der Letztere etwa, „überzeugt man sich, dass jede Zelle ihren vorgewölbten feinstreifigen Saum, aus feinen kurzen Härchen bestehend, trägt" (l. c. p. 628, Taf. XXXIV, Fig. 9).

Wenn wir nun danach fragen, welche Aehnlichkeiten und Beziehungen zwischen diesem aus Härchen oder Borstchen bestehenden Zellsaum und dem Stäbchensaum der Flimmerzellen vorhanden sind, so finden wir in beiden Fällen zum grossen Theil dieselben Dimensionen wieder, so dass eine Flimmerzelle nach Verlust ihrer beweglichen Cilien wie eine Härchensaum- oder Bürstenzelle aussehen würde (Fig. 12). Solche gemeinhin niedrig zu nennenden Säume trifft man bei einer in der Phronima schmarotzenden Gregarine (24) an, ferner durchgängig im Mitteldarmcomplex der Decapoden (20) und Isopoden (19) (l. c. Taf. IV, Fig. 1, 2, 3, 4, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 31, 32, 33, 34 etc.; l. c. Taf. IX, Fig. 13, 27, 29), im Mitteldarm vieler Insekten, besonders der Coleopteren (21) (l. c. Taf. VIII, Fig. 11, 19, 22) und in der Mitteldarmdrüse, der sog. Leber, vieler Mollusken (22) (l. c. Taf. V und VI, Fig. 14).

Der Härchensaum kann aber auch Dimensionen annehmen, welche die der Fussstäbchen bei weitem übertreffen. So hat unter den Amphipoden schon Phronima im sog. Magen lange Borsten; unter den Insekten habe ich es an vielen Stellen gefunden, so namentlich bei Raupen (l. c. Taf. VII, Fig. 5, 7, 8; Taf. VIII, Fig. 18) und bei den Hymenopterenlarven (l. c. Taf. VIII, Fig. 17; Taf. IX). Unter den Mollusken schliesslich finden sich in der sog. Leber der Cephalopoden ziemlich lange Borstchen auf den Fermentzellen. Die kolossalsten Dimensionen können jedoch im Mitteldarm der Insekten erreicht werden, worauf ich bereits bei früherer Gelegenheit hinweisen konnte. Doch mögen des Vergleichs halber noch zwei Abbildungen hier Platz finden. Die erste, Fig. 17, aus dem Mitteldarm einer leider nicht näher bestimmten Dipterenlarve entnommen, zeigt noch ein normaleres Verhältniss, indem hier die Härchen zwar schon lang sind, aber doch nicht die längsten Fussstäbchen vom Darmepithel der Mollusken übertreffen. Die zweite Abbildung, Fig. 18, aus dem Mitteldarm von der Tenthredolarve führt uns dagegen nicht nur eine riesige Zelle vor, deren Durchmesser etwa 100 μ betragen würde, sondern auch einen Härchensaum, dessen Höhe etwa 35 μ ausmacht und die längsten Flimmerhaare mitsammt ihren Fussstücken übertrifft.

Was die Dickenverhältnisse angeht, so findet im Allgemeinen wohl das Entgegengesetzte statt, denn jene Härchen sind meist viel schlanker als die Fussstäbe. Dennoch giebt es auch hier so viele Uebereinstimmungen, dass von einem prinzipiellen Unterschied nicht gut die Rede sein kann. Die schon oben angeführte Gregarine z. B. besitzt kurze dicke und daher borstenartige Haare, ähnlich auch die Fermentzelle der Cephalopodenleber, der Magen von Phronima, und wie es nach Tornier (15) scheint, auch die Nieren. Hierzu kommt ein bemerkenswerther Umstand, auf den noch einmal hingewiesen werden möge. Die Mitteldarmzellen der Bienenmaden besitzen nämlich im frischen Zustand lange, feine und ganz gleichmässig vertheilte Härchen.

Unter gewissen Bedingungen aber, z. B. nach Behandlung mit Reagentien, gruppiren sich diese Härchen derartig, dass sie unter theilweisem Zusammenbacken sich zu dickeren Stäbchen vereinigen, die gleichfalls wieder in so regelmässiger Weise angeordnet sind, dass man glauben sollte, sie seien dazu prädisponirt gewesen. Es wäre daher interessant zu untersuchen, ob die Fuss-

stäbe der Flimmerhärchen nicht vielleicht auch aus einzelnen feineren Härchen bestünden.

Man wird nun fragen, ob an den Härchensaumzellen auch die oben besprochenen Knöpfchen nachweisbar sind. — Dies kann nun für die unteren Knöpfchenreihen in vielen Fällen bejaht werden, für die oberen jedoch nur in wenigen. Die ersteren finden sich beispielsweise im sog. Magen von Phronima, früher von mir als durchbohrte Membran bezeichnet, ebenso im Mitteldarm von Maja, Dromia und von Insekten (Fig. 18). Die letzteren traten allerdings nur als „Kunstprodukt" auf, wie etwa am selben Ort oder im Mitteldarm der Bienenlarve, aber dieses Kunstprodukt ist doch immerhin auffällig genug, um hier erwähnt zu werden. Zum Schluss muss noch hervorgehoben werden, dass ich solche Knöpfchen auch an einer frischen Insektenzelle gesehen habe, nämlich bei oben bezeichneter Fliegenlarve (Fig. 17). Man brauchte sich in der That nur auf jedem dieser Knöpfchen eine Cilie vorzustellen, um eine völlige Uebereinstimmung mit einer Flimmerzelle zu haben.

Auch in chemischer Hinsicht werden endlich keine erheblichen Differenzen zwischen dem Flimmern tragenden und dem nackten Zellsaum vorhanden sein. Das optische Verhalten im gewöhnlichen Licht ist ein sehr ähnliches. Beiderlei Gebilde haben, was mir wichtig erscheint, durchschnittlich die gleiche Färbbarkeit, und wenn es im letzteren Falle zu einer Knöpfchenbildung kommt, so färben sich ohne Ausnahme diese Knöpfchen ebenso intensiv wie die der Flimmerzellen, woher es kommt, dass auch hier so oft ein scharfer Contour vorgespiegelt wird und zur Verwechselung mit einer Cuticula Veranlassung giebt.

Vor Kurzem (21) hatte ich vorgeschlagen, diese beiden in Rede stehenden Epithelzellarten zu der gemeinsamen Gruppe der „Wimperzellen" zu vereinigen (l. c. p. 286), die dann in echte „Flimmerzellen" und „Härchensaumzellen" zu theilen wären. Wenn ich nun an anderer Stelle gesagt habe (l. c. p. 169), dass „die sonst steifen Härchen zu beweglichen Wimpern werden", so möchte ich sie damit noch nicht, wie Tornier annimmt, „in eine Reihe mit Flimmercilien" stellen, vielmehr wollte ich nur sagen, dass sich bei einigen Molluskenarten „eine besondere Gestaltung oder eine Umgestaltung des Saumes vollzogen hat", womit durchaus nicht behauptet werden sollte, dass die Flimmercilien etwa

umgewandelte Härchen oder gar Stäbchen seien. Ganz im Gegentheil glaube ich hier die Vermuthung aussprechen zu können, dass diese Härchen mit den Fussstäbchen der Flimmercilien in nähere Beziehung zu bringen sind.

Diese Beziehungen scheinen nun noch weitergehende zu werden, wenn man die intracellularen Fortsetzungen des Wimperapparates in Betracht zieht. Diese bei den echten Flimmerzellen als Wimperwurzeln oder -stiele bezeichneten Zellstrukturen sind schon seit Langem durch die Arbeiten Eberth's, Marchi's, Eimer's, Nussbaum's und besonders Engelmann's bekannt. Von den Letzteren ist auch der unmittelbare Zusammenhang jeder der intracellularen Fasern mit einer Cilie nachgewiesen worden. Derartige Apparate wurden denn auch so vielfach bestätigt, dass sich allmählich die Meinung verbreitet hat, als sei dieses den grösseren Theil der Zelle durchsetzende Fasersystem ein unbedingtes Zubehör, wenn nicht gar das eigentliche Agens der Flimmerbewegung. Mir scheint aber, dass man hierin wird etwas vorsichtiger sein müssen; denn es wird in manchen Fällen schwer sein, ein solches Fasersystem nachzuweisen (cfr. Engelmann). So gelang es mir in neuerer Zeit in der sog. Leber mancher Muscheln und Hinterkiemer Flimmerzellen aufzufinden, die fast vollständig von einer für sich abgeschlossenen grossen Sekretblase erfüllt wurden, welche im oberen Zelltheil nur eine ganz schmale Zone frei liess, so dass es gar nicht zur Entwicklung von Wimperwurzeln kommen konnte. Und dennoch war das Flimmerspiel ein sehr lebhaftes!

Ganz im Gegensatz hierzu ist es nicht schwer, nicht flimmernde Epithelien namhaft zu machen, wo gleichfalls ein Streifensystem innerhalb der Zelle sichtbar wird, was bereits auch Engelmann beachtet. Hier ist zuerst an die Stäbchensaumzellen zu denken. So fand Lebedeff (16) bei Behandlung des Nierengewebes mit Osmiumsäure einen Zerfall des Zellinhalts in „Stäbchen“ im Zusammenhang mit den Stäbchen des Saumes. Auch A. Sommer sah in Mitteldarmzellen eine feine Längsstrichelung, die vielleicht irgend einen Zusammenhang mit den Härchen hat (cfr. l. c. Taf. XXXIV, Fig. 9). Dasselbe hatte ich in den Mitteldarmzellen des Mehlwurms (18) wahrgenommen und noch viel unzweifelhafter in der sog. Leber der Decapoden (19), wo dicht unter dem Zellsaum die oft bis zum Kern reichenden Fasern beginnen (l. c.

Taf. IV, Fig. 2, 32), sowie im Mitteldarm von Insekten überhaupt, so von Blatta orientalis (Taf. VIII, Fig. 19) etc. Zwar giebt V. Tornier von den Tubulis contortis der Säugethierniere an, dass er wohl den Heidenhain'schen Stäbchenzerfall der Zellen bestätigen konnte, aber eine Beziehung zwischen „Bürstenhaaren“ und diesen Stäbchen nicht erkannt hat, was auch „gar nicht zu erwarten“ sei, da „ja Stäbchenzerfall ohne Bürsten“ vorkomme und umgekehrt.

Immerhin scheint mir in diesen Punkten eine weitere Aehnlichkeit oder doch wenigstens kein prinzipieller Unterschied zwischen Flimmerzellen und Bürsten- oder Pinselzellen, wie wir die Härchensaumzellen der Kürze halber nennen wollen, zu bestehen. Wir werden hieran nur noch eine kurze Besprechung über die physiologische Bedeutung der einzelnen Theile des Wimperapparates zu knüpfen haben.

Bekanntlich hat Engelmann schon die physiologischen Beziehungen der Wimperwurzeln zu den Cilien besprochen, wozu er sich durch den innigen anatomischen Zusammenhang beider Elemente genöthigt sah. Wie er mit Recht darauf hinweist, dass die Wimperwurzeln nicht contractil sind, also nicht unmittelbar die Flimmerbewegung hervorrufen können, zeigt er auch, dass sie ebenso wenig einer nervösen Funktion werden dienen können. In beiden Punkten möchte ich mich schon deshalb diesem Autor anschliessen, als ja bei unseren Bürsten- oder Pinselzellen an keine dieser beiden Funktionen gedacht werden kann. Wenn ferner die einzelnen Fasern der Wimperwurzel wirklich contractil wären, so müssten sie nicht nur die Cilien, sondern auch deren Fussstücke und -stäbchen in Schwingungen versetzen, wovon aber de facto nichts zu bemerken ist. Die Stäbchen sind vielmehr völlig bewegungslos, und höchstens an vereinzelten Zellen kann man bemerken, dass sie ein wenig hin und her wackeln. Dies ist aber hier nur eine Folge der lebhaft schlagenden Flimmerung.

Wird man nun auch nicht unbedingt der Meinung sein wollen, dass jede Cilie ein für sich bestehender Bewegungsorganismus ist, so wird man die treibenden Kräfte doch in anderer, complicirterer Weise wirken lassen müssen, als dass jede einzelne Wurzelfaser nach der einen oder anderen Richtung in rythmischen Intervallen an den Cilien einen Zug ausübt.

Zum Schluss werden wir noch der Frage näher zu treten haben, welches denn der Zweck und physiologische Nutzen der Fussstäbchen einerseits und der Härchen und Borsten andrerseits ist. — Wie uns Nic. Trinkler (25) mittheilt, meint Prof. Kutschin zwar, dass man die Stäbchen der Darmzotten-Epithelzellen als metamorphosirte Flimmerhärchen aufzufassen habe (l. c. p. 184). Dann allerdings würde man sagen können, dass dieselben überhaupt funktionslos geworden seien. Man wird aber doch diese Ansicht unbedingt fallen lassen müssen, wenn man bedenkt, dass bei der eigenthümlichen Vereinigung von Stäbchen und Cilien, wie wir dies in so ausgedehnter Weise gefunden haben, die ersteren nicht gut als metamorphosirte Cilien betrachtet werden können. — Bereits an anderer Stelle nun hatte ich die Meinung geäussert, dass die Hauptaufgabe des Härchensaums darin gesucht werden muss, dass er wie ein Schutzdeckel, physiologisch also wie eine Cuticula, für die Zellen diene. Dieser Schutz könnte sowohl zweckmässig sein gegen mechanische. wie auch gegen chemische Eingriffe (Selbstverdauung im Darm etc.). O. Tornier glaubt hingegen, dass die „Bürstenbesätze" funktionell mit der Sekretion zusammenhängen, „denn mit ihr erscheinen und verschwinden sie". Wie aber dieser Zusammenhang sei, das lässt Tornier unentschieden. Gewiss ist eine seiner Beobachtungen sehr wichtig, nämlich, dass diese Besätze der Zellen während der Thätigkeit der Drüsen vorhanden sind, in der Ruhe stets fehlen. Eine gleiche Beobachtung hatte ich ja bereits am Darm des Mehlwurms gemacht. Dennoch aber glaube ich, dass diese Beobachtungen meiner Ansicht nicht entgegentreten. Wenn nämlich ein Organ unthätig ist, was ja bei hungernden Thieren innerhalb des Darmtraktus sehr leicht eintritt, so werden besonders die Epithelien degeneriren, wie ich dies auch im Darm des Mehlwurms bestätigt fand, und so ist es sehr erklärlich, dass der Saum dabei verschwindet. Man wird daher nicht unbedingt daran zu denken brauchen, dass dieser Saum bei der Sekretion selbst eine Thätigkeit ausübt, die übrigens auch nicht recht einzusehen ist.

Es erscheint mir daher vorläufig und bei dem jetzigen Stande unseres Wissens keine andere Erklärung nahe liegender, als dass der Stäbchen-. Borsten- oder Härchensaum, bei den Flimmerzellen sowohl wie auch bei den Pinsel- und Bürstenzellen ein Schutzgebilde für die empfindliche und sonst gänzlich nackte Zelle dar-

stellt. Es wird sich erst bei weiter fortgesetzter Arbeit feststellen lassen, in wieweit eine solche Erklärung zulässig bleibt.

. Kiel, im Juli 1886.

Litteraturverzeichniss.

1) Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen von Th. W. Engelmann in Utrecht etc. — Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie etc. Bd. XXIII. 1880. p. 505 ff.
2) Die Fussdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefäss-System der Lamellibranchier und Gastropoden. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1882. Bd. XXI. p. 387 ff.
3) Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 2. Die Asteriden etc. von Dr. O. Hamann. Jena 1885.
4) Dasselbe. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
5) Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns nebst Bemerkungen etc. von Th. Eimer. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1877. Bd. XIV.
6) Das Riechorgan der Landpulmonaten von Dr. D. Sochaczewer. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. 1881. Bd. XXXV. p. 30 ff.
7) Zur Anatomie und Histologie von Polyophthalmus pictus von Ed. Meyer. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXI. 1882. p. 769 ff.
8) Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süsswasser-Dendrocoelen (Tricladen) von Isao Jijima aus Japan. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XL. 1884. p. 359 ff.
9) Anatomisch-Histologische Untersuchung der Polydoren der Kieler Bucht. In.-Diss. von Rich. Jacobi. Weissenfels 1883.
10) Das Flimmerepithel von Aricia foetida von J. Gaule. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Physiol. Abtheil. 1881. p. 153 ff.
11) Beiträge zur vergleich. Histiologie des Molluskentypus von Franz Boll. Bonn 1869.
12) Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden von Dr. B. Hatschek. Arbeit aus d. zool. Institut zu Wien u. d. zool. Station zu Triest. Bd. I. 1878. Heft 3.
13) Morphol. Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat etc. der Cephalopoden von Dr. Carl Grobben. Arbeit a. d. zool. Institut zu Wien etc. 1883. Bd. V.
14) Ein Beitrag zur Lehre von der Flimmerbewegung von M. Nussbaum. Archiv f. mikroskop. Anatomie. (1877) Bd. XIV.

15) Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien von Oscar Tornier. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXVII. Heft 2. p. 181. (1886.)

16) Zur Kenntniss der feineren Veränderungen der Nieren bei der Hämoglobinausscheidung von S. A. Lebedeff. Virchow's Archiv etc. Bd. XCI. (1883) p. 267 ff.

17) Ueber toxiale Darmepithelexfoliation. Virchow's Archiv etc. Bd. XCII. (1883) p. 556.

18) Ueber Bau und Thätigkeit des Verdauungskanals der Larve des Tenebrio molitor etc. Berlin. Entomol. Zeitschrift (1882) Bd. XXVI. p. 267 ff.

19) Ueber die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. Mittheil. aus der zool. Station zu Neapel etc. Bd. V. p. 50 ff.

20) Ueber den Darmkanal der Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXV. p. 137 ff.

21) Einiges über den Mitteldarm der Insekten[1]), sowie über Epithelregeneration. Ebenda. Bd. XXVI (1886) p. 229 ff.

22) Mikrographie der Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken. I. Theil. Nova Acta d. ksl. Leop.-Car. Deutsch. Akademie. Bd. XLVIII. Nr. 2. p. 81 ff.

23) Ueber Macrotoma plumbea. Beiträge zur Kenntniss der Poduriden von A. Sommer. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XLI (1885) p. 683 ff.

24) Ueber einige in Seethieren lebende Gregarinen. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXIV. p. 545 ff.

25) Ueber den Bau der Magenschleimhaut von Nicolai Trinkler. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXIV (1885) p. 174 ff.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

Sämmtliche Beobachtungen sind mit der Wasserimmersion B von R. Winkel Ocul. 2 und halb eingeschobenem Tubus, also bei etwa 620facher Vergrösserung eingestellt. Diese Vergrösserung ist auch im Allgemeinen bei den Abbildungen beibehalten, bei einigen jedoch, wie an geeigneter Stelle angegeben, verändert.

---

1) Irrthümlicherweise habe ich, um es hier kurz zu berichtigen, die „bohnenförmigen Körper", welche ich in den Darmzellen der Porthesia chrysorrhoea (Goldafter) antraf, für ein Zellsekret angesehen. Offenbar sind dieselben aber identisch mit den Psorospermien Balbiani's (cfr. O. Bütschli, in Bronn's Klassen und Ordnungen. Bd. I. Protozoa. p. 614 Anhang; und G. Balbiani, Les Sporozoaires. Paris 1884).

Allgemeine Bezeichnungen: c. = Cilien,
f. s. = Fussstäbe,
h. b. = Haarbulbi,
n. k. = Nebenknöpfchen,
o. k. = obere Knöpfchen,
st. = Stäbchen,
u. k. = untere Knöpfchen,
Z. g. = Zwischenglieder.

Sämmtliche Zellen sind ferner in seitlicher Ansicht und bei gerader Beleuchtung dargestellt. — Die Farbe des Zellinhalts ist nicht überall korrekt, sondern schematisirt.

Fig. 1. Darmepithel von Rissoa spec. Die Zellen sind fast kubisch, sie besitzen lange Cilien. Der Stäbchensaum niedrig. Von den drei Knöpfchenreihen ist die unterste sehr undeutlich und zweifelhaft. Vergr. = 2 × B.

Fig. 2. Höhere Darmzellen von Lymnaeus stagnalis. Der Saum ist etwa halb so hoch wie die Cilien selbst. Drei Knöpfchenreihen, von denen die oberste die deutlichste ist. Vergr. = 2 × B.

Fig. 3. Darmzellen von Doris spec. (Triest). Hoher Saum mit zwei deutlichen Knöpfchenreihen. Die Cilienbulbi sind durch dunkleren Schatten hervorgehoben. Vergr. = B.

Fig. 4. Darmepithel von Scrobicularia piperata. Niedriger Saum mit langen Cilien. Die Zellkerne sind gut zu sehen. Man bemerkt, wie eine Zelle mit Kern ausgestossen wird. Vergr. = B.

Fig. 5. Epithel der sog. Leberblindsäcke von Asteracanthion rubens. Die Stäbchen sind hoch. Die unteren Knöpfchen sehr scharf; die oberen nur zum Theil sichtbar. Nebenköpfchen ungewiss. Bei der Präparation sind die Stäbchen gruppenweise zerklüftet. Die spärlicheren Flimmerhaare sehr fein und kurz. Vergr. = B.

Fig. 6. Epithel der Magendecke von Ophioderma longicaudata (Triest). Stäbchensaum hoch. Knöpfchen nicht sichtbar. Cilien spärlich, dünn, aber länger als der Saum. Epithel mit zweierlei Zellen. Vergr. = 400.

Fig. 7. Darmepithel von Arenicola marina. Niedriger Saum mit zwei scharfen Punktreihen. Cilien sehr lang, nach dem Absterben mit Knöpfchen am freien Ende. Vergr. = 800.

Fig. 8. Schema der verschiedenen Flimmerapparate.

Fig. 9. Darmepithel von Tellina baltica. Mässig hoher Stäbchensaum mit zwei Knöpfchenreihen. Cilien sehr lang und die Zellgrenzen markirend. Das Epithel besteht aus zweierlei Zellarten. Zwei Zellen werden mitsammt ihrem Kerne k ausgeschieden. Vergr. = B.

Fig. 10. Darm von Littorina littorea mit einer Zellart. Hoher Saum mit drei deutlichen Knöpfchenreihen, von denen die oberste am schärfsten. Haarbulbi punktförmig distinkt. Cilien kurz. Im oberen Zelltheil erkennt man eine Streifung. Vergr. = B.

Fig. 11. Magengegend von Littorina. Die Fussklötzchen dicker als die Stäbe. Cilien gleichfalls kurz. Halbschematische Darstellung. Vergr. = 2 × B = ca. 12- bis 1300.

Fig. 12. Dasselbe Präparat nach dem Absterben. Die Wimpern sind umgeknickt. Die Nebenknöpfchen werden deutlicher, während die oberen verschwinden. Vergr. = 2 × B.

Fig. 13. Durch Maceration isolirte Zellen aus dem Darm von Aplysia punctata (Triest). Bei a sieht man nur noch die Fussklötzchen, bei c die ganzen Stäbchen. K = Kern; f k = Fettkugel. Vergr. = B.

Fig. 14. Vorderdarm von Cardium edule, schief gesehen. Wahrscheinlich mit zweierlei Zellen. Nur die oberen Knöpfchen sichtbar. Die Bulbusreihe ist deutlich. Vergr. = B.

Fig. 15. Cylinderzellen von Philine aperta (Triest). Freiwillig isolirt. Hoher Saum, lange Cilien. Vergr. = B.

Fig. 16. Darmepithel von Doris tuberculata (Triest). Zweierlei Zellarten. Die oberen Knöpfchen nicht gesehen. Vergr. = B.

Fig. 17. Mitteldarmzelle einer Fliegenlarve. Der Härchensaum mit oberen Knöpfchen. Der kreisrunde kolossale Kern enthält einen Nucleolus, welcher wieder zwei andere Körper beherbergt. Ferner sieht man im Kern die bekannten wurstförmigen Stränge. Der basale Zelltheil ist längsgestreift durch dickere und dünnere parallele Fasern. Vergr. = B.

Fig. 18. Riesendarmzelle von der Larve von Tenthredo salicis. Der Saum besteht aus langen feinen Haaren, die auf kleinen Knöpfchen sitzen. Der Zellkern enthält mehrere Kernflecken (Nucleolide) und zahlreiche „Kerngranula". Auch hier ist eine basale Streifung im Zellleib sichtbar. Vergr. = B.

Ueber ein Sarcom aus epithelähnlichen Zellen lymphoiden Ursprungs.

Von

Prof. **Jos. Schöbl** in Prag.

Hierzu Tafel IX.

Vorerst sei es mir vergönnt diese Publikation eines exquisit pathologischen Falles in diesem Archiv, welches in der Regel für normale mikroskopische Anatomie bestimmt ist, zu erklären. Das genaue histologische Studium der eben zu beschreibenden Neubildung führte mich zu so überraschenden Thatsachen, dass ich mir einzubilden wage, dass dieselben auch für die normale Histologie eine grosse Tragweite haben dürften.

Vorerst handelt es sich um eine im wahren Sinne des Wortes paradoxe Neubildung. Es ist eine Geschwulst, die vom unteren Lide ausgeht, bestehend aus Zellen mit spärlicher Zwischensubstanz und zahlreichen Blutgefässen, welche ohne jegliches Bindegewebs-Gerüst unmittelbar zwischen den Geschwulstzellen verlaufen; eine Geschwulst, welche ungemein rasch wuchs und heteroplastisch von einem Organ auf das andere übergreift, welche nach erfolgter scheinbar radikaler Entfernung (durch Exenteratio orbitae sammt Abtragung des Unterlides) überraschend schnell zum lokalen Recidive führt, welche mit wahrer tropischer Ueppigkeit wuchert, welche endlich wahrscheinlich zu Metastasen in der Leber führt und dem Leben der Patientin bald ein Ende macht, eine Geschwulst, welche somit sowohl klinisch als anatomisch als ein Sarcom angesprochen werden muss — und doch besteht die ganze

Geschwulst aus dichtgedrängten grossen Zellen, welche sich absolut durch gar nichts von wahren Epithelialzellen unterscheiden lassen. Wir haben somit eine Geschwulst vor uns, welche wir in Bezug auf ihre Struktur unbedingt zu den Sarcomen zählen müssen, welche wir jedoch wieder, wenn wir einzig und allein auf die histologischen Elemente, die sie aufbauen, auf die grossen von Epithelzellen nicht zu unterscheidenden Elemente Rücksicht nehmen wollten, zu den Carcinomen zählen müssten, eine paradoxe Geschwulst, wie sie bis jetzt wohl kaum beobachtet sein dürfte. Auf Grundlage eines weiteren eingehenden Studiums unterliegt es für mich nicht dem geringsten Zweifel, dass die die Geschwulst constituirenden histologischen Elemente, die obgenannten grossen Zellen, welche sich durch absolut gar nichts von wahren Epithelialzellen unterscheiden lassen, insgesammt von lymphoiden, aus Blutgefässen ausgewanderten Zellen abstammen und finde ich darin einen Punkt von allgemein histologischem Interesse. Sowohl die Blutgefässe der Umgebung als die neoplastischen Blutgefässe der Geschwulst selbst erscheinen von eben ausgetretenen lymphoiden Zellen umgeben. Von da aus verbreiten sich dieselben gleichmässig zwischen den grossen epithelartigen Zellen der Geschwulst und überall finden sich alle nur denkbare Uebergangsformen von der kleinen lymphoiden Zelle bis zur grossen epithelartigen Zelle.

Wenn man nun bedenkt, dass die auf genauen Untersuchungen basirende Behauptung von Ziegler, Senftleben etc., dass sich die aus dem Blute ausgewanderten lymphoiden Zellen weiter entwickeln in epithelioide Formen und schliesslich in junges Bindegewebe umwandeln können, noch heute nicht allgemein anerkannt ist und von vielen Seiten geleugnet wird, so erscheint meine unzweifelhafte, auf jedem Schnitt klar zu demonstrirende Beobachtung, dass sich die aus den Blutgefässen ausgetretenen lymphoiden Zellen nicht nur zu epithelioiden Fibroblasten, sondern direkt zu grossen, von wahren Epithelzellen nicht zu unterscheidenden Zellen entwickeln, gewiss von hoher Bedeutung, und ich hätte es nicht leicht gewagt eine ähnliche Behauptung öffentlich auszusprechen, wenn mir nicht auf jedem der vielen Schnitte an zahllosen Stellen unumstössliche Beweise dieser meiner Behauptung zu Gebote ständen, welche mit Leichtigkeit von Jedem, der sie durchmustert, gesehen werden müssen.

Was nun den Fall selbst anbelangt, so erlaube ich mir die Krankengeschichte und den klinischen Verlauf derselben nur in gedrängter Kürze mitzutheilen.

Im Laufe der 60er Jahre stellte sich mir eine 40jährige, dem Arbeiterstande angehörige Frau A. N. aus dem südlichen Böhmen vor, welche bei mir Hilfe suchte. Die Untersuchung ergab: linkerseits das Unterlid mächtig angeschwollen und hervorgetrieben, eine Geschwulst von der Grösse eines mittelgrossen Apfels bildend, die Haut desselben geröthet und von starken venösen Gefässen durchzogen. Das mässig geschwellte und geröthete, sonst normale Oberlid über den oberen Theil der Geschwulst gespannt, die Lidspalte fast geschlossen, die Lider unbeweglich. Bei gelüfteter Lidspalte präsentirte sich eine pralle Geschwulst von elastisch weicher Consistenz, mit dem Unterlide continuirlich zusammenhängend. Der Bulbus erst bei starker gewaltsamer Oeffnung der Lidspalte sichtbar, exophthalmisch stark nach oben dislocirt, zusammengedrückt, unbeweglich. Die untere Hälfte des Bulbus bis zum Limbus corneae mit der Geschwulstmasse innig verwachsen. Die dioptrischen Medien klar, eine genaue ophthalmoskopische Untersuchung wegen zu schwieriger Zugänglichkeit des Bulbus nicht durchführbar. Das Sehvermögen vollständig erloschen. Tension des Bulbus etwas erhöht. Keine Schmerzen.

Was die Anamnese anbelangt, so gab die Patientin an, dass sich ihr vor etwa vier Monaten ein kleines Knötchen, etwa von Hanfkorngrösse, ungefähr in der Mitte des linken Unterlides am inneren Rande desselben bildete, welches sie anfangs nicht beachtete. Als es jedoch im Laufe der nächsten Wochen beständig wuchs und etwa Erbsengrösse erreicht hatte, begab sie sich zu einem Landarzte, um Hilfe zu suchen. Dieser sagte ihr, es handle sich um ein einfaches Gerstenkorn, sie möge sich zwei bis drei Tage lang lauwarme Ueberschläge aus Semmel und Milch machen und dann wieder kommen. Nach drei Tagen öffnete er das vermeintliche Gerstenkorn. Ob sich etwas entleert hatte oder nicht, wusste Patientin nicht anzugeben, doch wusste sie mit Bestimmtheit, dass eine Verkleinerung der Geschwulst nach stattgehabter Operation nicht zu merken war, sondern dass sich dieselbe stetig vergrösserte. Zum ferneren Gebrauch verschrieb der Arzt eine röthliche Salbe täglich einzureiben, wahrscheinlich rothe Praecipitatsalbe. Die Geschwulst wuchs jedoch beständig weiter. Bei einer abermaligen Consultation wurde die Geschwulst von demselben Arzte abermals aufgeschnitten und mit einem weissen Stift (wahrscheinlich Argentum nitricum) geätzt, und diese Aetzungen in dreitägigen Intervallen eine Zeit lang wiederholt. Schon während dieser irrationellen Behandlung bemerkte Patientin ausser heftigen, sich stetig steigernden Schmerzen ein rapides Wachsthum der Geschwulst, was sie endlich veranlasste, in Prag Hilfe zu suchen.

Auf Grundlage dieses anamnestischen Ergebnisses, im Hinblick auf das

rasche Wachsthum der Geschwulst, das bösartige heteroplastische Uebergreifen von einem Organ zum anderen, die weichelastische Consistenz, die glatte, flach hügelige Oberfläche und den Gefässreichthum, stellte ich die klinische Diagnose auf Sarcom, welches nach der sehr verlässlichen Anamnese mit grösster Wahrscheinlichkeit von der Conjunctiva des unteren Augenlides ausgegangen war.

Die einzig mögliche therapeutische Indication lautete selbstverständlich auf möglichst baldige und möglichst radikale Entfernung der Neubildung. Die Operation selbst habe ich im Beisein meines Freundes und Collegen Dr. Matejovsky, damals Assistenten und Docenten der Chirurgie, vorgenommen. Nach erfolgter Spaltung der äusseren Commissur wurde das Unterlid mit einem bogenförmigen Schnitt umkreist, welcher allmählich bis zum unteren Orbitalrande fortgeführt wurde. Hierauf liess ich das normale Oberlid durch einen grossen soliden Blepharostaten abziehen und führte von der Uebergangsfalte aus einen zweiten Bogenschnitt zum oberen Orbitalrande. Hierauf wurde die Exenteratio orbitae zugleich mit dem früher umkreisten Unterlide vorgenommen, und so ein Präparat erhalten, welches den Tumor in Verbindung mit dem abgeflachten Bulbus und einem Theile des Sehnerven darstellt.

Die Operation wurde, nach damaliger Sitte, ohne jegliche antiseptische Vorsichtsmaassregeln vorgenommen, die Orbita nach Stillung der Blutung mit gewöhnlicher Charpie tamponirt und der Tampon gleichfalls nach damals bei uns herrschendem Brauche durch mehrere Tage liegen gelassen. Bei Entfernung des Tampons war ich nicht wenig erstaunt, auf ungewohnte Hindernisse zu stossen und die Patientin über nicht gewöhnliche Schmerzen klagen zu hören.

Eine kleine, mit der Scheere entfernte Partie des Tampons zeigte die Charpiefäden mit einer grauröthlichen Masse durchsetzt.

Die sofort vorgenommene flüchtige mikroskopische Untersuchung ergab zwischen den Charpiefäden eine zahllose Menge lymphoider Zellen.

Die Entfernung des Tampons war schwierig und für die Patientin äusserst schmerzhaft und musste stellenweise mit Benützen von Messer oder Scheere stattfinden.

Wenige Tage nachher zeigten sich am Grunde der Orbita abermals Wucherungen, welche sich bald als ein üppig wachsendes Recidiv der Neubildung herausstellten, binnen wenigen Wochen die ganze Orbita erfüllte und später aus derselben hervorzuquellen begann. Zu einer Wiederholung der Operation liess sich Patientin um keinen Preis mehr bewegen und verlangte, wenig zufrieden mit unserem Heilerfolge, ungestüm die Entlassung aus der Anstalt in ihre Heimath, welche ihr selbstverständlich bewilligt werden musste.

Von dem oberwähnten Landarzte habe ich später in Erfahrung gebracht, dass sie nach einigen Monaten nach furchtbaren Leiden ikterisch zu

Grunde gegangen sei, woraus ich den Schluss zog, dass es sich wahrscheinlich um eine Metastase in der Leber gehandelt haben dürfte.

Das durch die Operation gewonnene Präparat, so wie Theile des Tampons wurden sorgfältig aufbewahrt erst in Müller'scher Flüssigkeit, später ausgewaschen und in Alcohol conservirt.

An eine genaue Untersuchung konnte ich damals nicht gehen und so blieb das Präparat unberührt in meiner Sammlung liegen. Erst als ich die schönen Versuche von Ziegler, Senftleben und Anderen las, welche lymphoide Zellen zwischen Glasplättchen oder in Alkohol gehärtete Stückchen von organischen Gebilden einwandern und sich weiter entwickeln liessen, erinnerte ich mich wieder an meine mit Lymphoidzellen durchwucherten Charpiefäden und an das betreffende durch Operation gewonnene Präparat, dessen abschliessende Untersuchung mir jedoch erst im letzten Jahre möglich wurde.

Die grob anatomische Untersuchung ergab die untere Wand des Bulbus stark eingedrückt. Die Hornhaut in den Randpartien getrübt und von tiefen spärlichen neoplastischen Blutgefässen durchzogen. Die Vorderkammer sehr enge, Linse und Glaskörper diaphan, Retina stellenweise ein wenig abgehoben.

Die Scheide des Opticus verdickt. Am Unterlide ist nur die Cutis mit ihren Talg- und Schweissdrüsen mehr weniger normal. Die Meibom'schen Drüsen sind verkümmert, ebenso der Musculus orbicularis und Riolani, von denen nur spärliche Reste vorhanden sind. Von den übrigen Gebilden des Lides ist keine Spur zu finden, vielmehr geht das Unterhautzellgewebe ununterbrochen, ohne bestimmte scharfe Grenze, in die gleichmässige Geschwulstmasse über. Den ganzen übrigen Raum zwischen dem Unterlide und dem Bulbus nimmt eine mehr weniger gleichmässige, zellige Geschwulstmasse ein, welche von zahlreichen neoplastischen Blutgefässen durchsetzt ist, in welcher sich zerstreut inselförmige Stellen vorfinden, wo die Geschwulstzellen einer regressiven käsigen Metamorphose verfallen sind. Hin und wieder, namentlich in der Nähe des Bulbus und des Opticus, finden sich Spuren von orbitalem Zellgewebe und Fett, sowie einzelne Züge der verschiedenen Augenmuskeln.

Schon die grobe anatomische Untersuchung hat somit die klinische Diagnose auf Sarcom des Unterlides bestätigt.

Die genaue histologische Untersuchung ergab, dass die ganze Neubildung aus dichtgedrängten zelligen Elementen, spärlicher Intercellularsubstanz und neugebildeten Blutgefässen besteht. Was die zelligen Elemente anbelangt, so sind es zunächst grosse Zellen, welche vollständig Epithelzellen gleichen, und welche die Hauptmasse der Neubildung constituiren. Ihre Grösse schwankt zwischen 25—35 μ, ja einzelne werden sogar noch grösser.

Sie enthalten deutliche Kerne, deren Grösse 12—16 μ beträgt, und Kernkörperchen 5,5—6,5 μ gross (Fig. 2). Einzelne enthalten zwei Kerne, selten finden sich mehrkernige Elemente (bis 5 Kerne habe ich beobachtet). Auch finden sich einige, die einen grösseren Kern mit zwei Kernkörperchen enthalten.

Die Gestalt dieser Zellen ist im höchsten Grade polymorph und bizarr. Man findet alle nur denkbaren Formen, rundlich, oval, dreieckig, rhombisch, langgestreckt in verschiedene Zipfel und Zacken ausgezogen u. s. w.

Als zweiter wichtiger Bestandtheil der Geschwulst erscheinen kleine runde Zellen lymphoider Form, durchschnittlich 5,3—5,5 μ gross. Sie durchsetzen regelmässig die ganze Geschwulst zwischen den früher erwähnten grossen epithelähnlichen Zellen und zwar so, dass sie in der Gegend der Gefässe, aus denen sie offenbar stammen, am dichtesten sind und weiter, der Entfernung entsprechend, sparsamer werden, jedoch an keiner Stelle der ganzen Geschwulst fehlen, vielmehr in der angegebenen Weise ganz gleichförmig und regelmässig vertheilt sind (Figg. 1 und 2).

Es erscheint somit die ganze Geschwulst aus grossen epithelähnlichen Zellen aufgebaut, welche mehr oder weniger gleichmässig von lymphoiden Rundzellen durchsetzt sind.

Das dritte zellige Element bilden die zahlreichen Uebergangsformen zwischen den genannten beiden Zellenformen. Von diesen Uebergangszellen finden sich alle möglichen Stadien. Neben reinen Rundzellen und solchen, welche in Theilung begriffen sind, finden sich andere, bei denen man nur unklar mit Immersionssystemen einen schwachen protoplasmatischen Saum unterscheiden kann. Dann kommen Formen, bei welchen der Saum schon deutlicher ist, und endlich solche, wo er breiter und breiter wird; einzelne haben einen bisquitförmigen, einzelne einen nierenförmigen Kern, manche haben zwei Kerne. Endlich findet man solche, wo bereits das

Kernkörperchen angedeutet ist und die schon ganz den epithelartigen grossen Zellen gleichen, nur in verjüngtem Maassstabe. Dann finden sich wieder grössere und grössere bis zur normalen Grösse der epithelartigen, die Geschwulst hauptsächlich constituirenden Zellen.

Alle diese Uebergangsformen von der lymphoiden Zelle bis zur grossen, von wahrem Epithel nicht zu unterscheidenden Zelle finden sich überall und gleichmässig durch die ganze Neubildung vertheilt, so dass ich sie an jedem der vielen Hunderte von Schnitten, die ich angefertigt habe, und an jeder Stelle dieser Schnitte vorgefunden habe und überall die einzelnen Uebergangsstadien genau studiren konnte (Fig. 1 und 2). Die intercellulare Substanz ist eine im Ganzen sehr spärliche und erschien mir an einzelnen Stellen bei starken Immersionssystemen (Seybert IX) granulöser, an anderen Stellen mehr retikulärer, an anderen Stellen wieder fibrillärer Natur zu sein, doch will ich nicht entscheiden, wie viel davon präexistirender Struktur ist und was durch das Erhärtungsverfahren entstanden ist.

Die neoplastischen Blutgefässe durchsetzen mehr weniger gleichmässig die ganze Geschwulst und bilden weitmaschige Netze, wie ich sie in vielen anderen Sarcomen injicirt habe; nur an jenen Stellen, die der regressiven Metamorphose verfallen sind, fehlen sie.

Fast sämmtliche neoplastische Blutgefässe, ebenso wie die in der Umgebung der Geschwulst, sind von einem mehr oder weniger dichten Mantel oder Hofe von lymphoiden Zellen umgeben (Fig. 1), und man kann an zahlreichen Stellen bei einiger Ausdauer in der Beobachtung Zellen finden, die eben im Begriffe sind durch die Wandungen der Gefässe durchzutreten.

Aus dem mitgetheilten Befunde schliesse ich, dass die lymphoiden Zellen überall aus den Gefässen austreten, sich zwischen den Elementen der Geschwulst gleichmässig vertheilen, vermehren, allmählich vergrössern und umwandeln, bis sie zu jenen grossen, die Geschwulst constituirenden, von Epithelien nicht zu unterscheidenden Zellen hervorwachsen und auf diese Weise einzig und allein das rapide Wachsthum der ganzen Geschwulst bewerkstelligt haben.

Mit allergrösster Wahrscheinlichkeit lässt sich weiter schliessen,

dass die ganze Geschwulst ursprünglich auf gleiche Weise entstanden ist.

Ob jedoch das ursprüngliche Knötchen am Lide schon diesen Geschwulstcharakter an sich getragen hat oder ob es ursprünglich mehr benigner Natur war und ob es erst durch die anfängliche reizende Behandlung einen solchen Charakter angenommen hat, das lässt sich freilich nicht behaupten, sondern nur muthmassen.

Dagegen erklärt sich hiedurch die Durchwachsung der Charpiefäden des Tampons mit Rundzellen, sowie das durchaus üppige, rasche Wachsthum der Recidivgeschwulst.

Die Geschwulst hat, wie bereits eingangs erwähnt wurde, einen paradoxen histologischen Charakter.

Das klinische Bild, der ganze Habitus der Geschwulst und die feineren Strukturverhältnisse entsprechen vollkommen dem Sarcom, und aufgebaut ist sie wiederum aus Zellen, die wir von wahren Epithelialzellen nicht unterscheiden können und wie wir sie nur bei Carcinomen vorzufinden pflegen.

Noch wichtiger jedoch erscheint die keinen Zweifel gestattende Beobachtung der Umwandlung lymphoider aus den Blutgefässen ausgewanderter Zellen in die grossen epithelartigen Geschwulstzellen.

Wenn Jemand den Einwand machen wollte, dass das Nebeneinandergelagertsein der verschiedenen Uebergangsformen nicht die Entstehung einer Form aus der anderen beweise, so könnte dies wohl seine Berechtigung haben, wenn es sich nur um eine oder mehrere Beobachtungen an verschiedenen Stellen der Geschwulst handeln würde. Da sich jedoch diese Formen in der ganzen Geschwulst überall mit grosser Regelmässigkeit vorfinden und sich überall alle Uebergangsformen nachweisen lassen, so muss ein zufälliges Nebeneinandersein dieser Gebilde ausgeschlossen werden. Dieselben Gründe sprechen gegen den Gedanken, die Rundzelleninfiltration als Folge einer zufällig hinzugetretenen Entzündung der Geschwulst aufzufassen.

Schliesslich muss ich noch bemerken, dass ich bei den grossen, die Geschwulst constituirenden Zellen nie Theilungsvorgänge beobachtet habe, was doch wohl sonst bei einer so rasch wachsenden Geschwulst an unzähligen Stellen der Fall sein müsste, wenn das

Wachsthum derselben nicht in der von mir angegebenen Weise, durch Umwandlung von lymphoiden Zellen stattgefunden hätte.

Die sehr seltenen Befunde, wo an einer grossen Zelle zwei und mehrere Kerne gefunden werden (Fig. 2), müssen als riesenzellenartige Bildungen aufgefasst werden, bei denen nach in der Jugend der Zelle erfolgten einfachen oder wiederholten Kerntheilungen eine Protoplasmatheilung unterblieb.

Die bekannten Beobachtungen Ziegler's, Senftleben's, Tillmann's, ebenso wie die weniger bekannten schon früheren von Heydenhein, Schede, Aufrecht, Bizzozero, Marchand etc., nach welchen sich lymphoide Zellen in Fibroblasten und dann in junges Bindegewebe umzuwandeln im Stande sind, und welche Beobachtungen bis zur Stunde von Vielen, so z. B. von Samuel, Ewetzky, Weiss, Stricker, Böttcher, Baumgarten angezweifelt werden, erlangen durch meine Beobachtungen dieser hochinteressanten Geschwulst volle Bestätigung.

Doch gehen meine Beobachtungen noch weiter, indem sie die Umwandlung lymphoider Zellen in solche Zellen darthun, welche sich von epithelialen Zellen gar nicht unterscheiden lassen.

Ich will es vorläufig unterlassen, aus dieser einen Beobachtung alle möglichen Consequenzen zu ziehen, doch ergeben sich deren viele und schwerwiegende leicht von selbst.

Auch liegen mir neue, theilweise, wie es mir scheint, noch interessantere Beobachtungen vor, die ich mir demnächst mitzutheilen erlauben will, welche mich geradezu zwingen, trotz alles Widerstrebens die Entwicklung lymphoider Zellen zu Epithelzellen, ja sogar zu Drüsenzellen oder mindestens zu solchen Gebilden, die sich von Epithelzellen und Drüsenzellen nicht unterscheiden lassen, für möglich und thatsächlich bestehend zu halten.

Erklärung der Figuren auf Tafel IX.

Fig. 1 zeigt einen Theil der Geschwulst bei mässiger Vergrösserung. Seibert Objekt. VI. Okular I. — Die epithelartigen Zellen der Geschwulst von zahlreichen Rundzellen durchsetzt, in der Umgebung der Gefässe massenhaft ausgewanderte lymphoide Zellen, etwas weiter entfernt alle möglichen Uebergänge zwischen Lymphzellen und epithelartigen Zellen.

Fig. 2 zeigt einen kleinen Theil der Geschwulst bei starker Vergrösserung. Seibert Immers. VIII. Okular 2. — Man sieht die grossen epithelartigen Zellen der Geschwulst theilweise mehrkernig, theilweise mit einem Kern und zwei Kernkörperchen, zwischen denen die theils fibrilläre, theils molekuläre, theils retikuläre spärliche Zwischensubstanz eingelagert ist, dann zwischen den grossen epithelartigen Zellen zahlreiche Lymphoidzellen, sowie alle möglichen Stadien der Vermehrung dieser Zellen und endlich alle Uebergangsstadien von lymphoiden Zellen zu den grossen epithelartigen Zellen.

(Aus dem anatomischen Institut zu Berlin.)

Ueber den Bau des Corpus ciliare und der Iris von Säugethieren.

Von

Dr. med. **A. Dostoiewsky** aus St. Petersburg.

Hierzu Tafel X u. XI.

In vorliegender Arbeit sind die Ergebnisse von Untersuchungen niedergelegt, die ich im Berliner anatomischen Institut über den Bau des Corpus ciliare und der Iris bei Säugethieren im Winter 1885/86 angestellt habe. Das reichliche Material zu diesen Untersuchungen wurde mir von Herrn Dr. H. Virchow, dem ich hierfür meinen aufrichtigsten Dank ausspreche, zur Verfügung gestellt. Abgesehen vom Menschen, habe ich die Augen folgender Thiere[1]) untersucht:

Cynocephalus mormon (Mandrill)	Lutra vulgaris	Jak
Cynocephalus sphinx (Pavian)	Phoca vitulina	Rind
Macacus spec.	Cervus porcinus	Gnu
Felis domestica	— Alces	Büffel
— guttata	— Aristotelis	Fettschwanzschaaf
— Leo	— dama	Lama
Canis domestica	Antilope Beisa	Pferd
Ursus Arctos	— Damalis	Hammel
	— Nylgau	Halmaturus Benetti.

Sämmtliche Augen, die in meine Hände gelangten, wurden verschieden lange Zeit in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt:

1) Die Träger dieser Augen hatten mit Ausnahme der Menschen, der Haussäugethiere und eines Macacus, dessen Augen von Dr. Klaatsch geliefert wurden, bei Lebzeiten zum Besitzstande des Berliner zoologischen Gartens gehört.

einige Tage bis mehrere Monate lang, wobei manche Augen vorher noch 24—48 Stunden in Chromsäure von 2 oder 3 pr. m. gelegen hatten. Zur Anfertigung von Schnitten wurde die vordere Hälfte des Auges in Celloidin eingeschlossen: entweder im Ganzen, wie namentlich bei kleinen Thieren, oder in Stücken. Die Einbettung in Celloidin geschah in der bekannten Weise, nur wurden die Präparate, um ein besseres und gleichmässigeres Eindringen der Masse herbeizuführen, nach einander in drei Lösungen von Celloidin — eine schwache, eine mittlere und eine starke — gebracht und in jeder derselben mindestens 24 Stunden belassen; darauf kamen sie in eine Mischung von 2 Theilen gewöhnlichen Alkohols mit 1 Theil Wasser. Die Schnitte wurden in den verschiedensten Richtungen, in meridionaler, in transversaler und in tangentialer, gemacht. Zur Färbung benutzte ich fast ausschliesslich Böhmer'sches Hämatoxylin und Eosin. Um in Celloidin eingebettete Präparate mit Hämatoxylin gut färben zu können, muss man eine mehrere Monate alte und dabei ziemlich dünne Lösung in Anwendung ziehen. Solches Hämatoxylin färbt das Celloidin gar nicht, und Präparate, die nachträglich noch mit Eosin tingirt worden sind, sind ausserordentlich demonstrativ.

Auf einem meridionalen Schnitte aus dem Auge eines Wiederkäuers oder Einhufers sieht man bei schwachen Vergrösserungen und schon mit unbewaffnetem Auge, dass in einer gewissen Entfernung vor der Ora serrata retinae die Chorioidea von der Sclera sich abzuheben beginnt, wodurch sich zwischen beiden ein dreieckiger Raum bildet, der mit seiner Basis nach der vorderen Kammer hin gerichtet ist. Dieser Raum ist von besonderen Trabekeln oder Balken ausgefüllt, durch welche das ganze Dreieck ein weissliches oder graues Aussehen erhält. Seine Grenzen sind: aussen die Sclera, innen die Fortsetzung der Chorioidea oder — wie wir diesen Theil nennen wollen — die „Grundplatte des Corpus ciliare", endlich vorn eine Reihe von Balken, die zwischen der Iriswurzel oder der vorderen Fläche der ciliaren Randpartie der Iris und dem Randtheil der Cornea ausgespannt sind. Diesem Dreieck und den in seine Zusammensetzung eingehenden Theilen hat man verschiedene Bezeichnungen gegeben. Wenn man in einem herausgeschnittenen Segmente des Auges die Iris von der Cornea abdrängt, so spannen sich die Balken, welche das Dreieck von der vorderen Kammer abgrenzen, wie Saiten an. Diese mit unbewaff-

netem Auge sichtbaren Balken hat Hueck Ligamentum pectinatum genannt. Später fing man jedoch an, diese Bezeichnung nicht nur auf jene Balken, sondern auch auf das dahinter gelegene, das Dreieck ausfüllende Gewebe anzuwenden. Iwanoff und Rollet[1]) haben zuerst diese Gebilde auseinander gehalten und die Balken, welche an die vordere Kammer grenzen, Irisfortsätze, den dahinter gelegenen Raum Fontana'schen Raum genannt. Derselben Bezeichnungen bedient sich auch Schwalbe[2]). Da aber die Balken bei manchen Thieren in mehreren Reihen angeordnet sind, und Hueck unter Ligamentum pectinatum lediglich die erste dieser mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Balken gemeint hatte, so sind streng genommen, worauf Heisrath[3]) aufmerksam macht, die Bezeichnungen Ligamentum pectinatum und Irisfortsätze nicht identisch. Das ganze Dreieck nennt endlich Gerlach[4]) Ligamentum annulare bulbi. Im Folgenden wird diese Gerlach'sche Bezeichnung beibehalten, dazu die der Irisfortsätze für die vorderen Balken, wobei jedoch ausdrücklich bemerkt wird, dass sich nur die vordere Reihe dieser Balken an die Iris ansetzt, während die hinteren an die Grundplatte des Corpus ciliare treten.

In den von der Sclera und der Grundplatte des Corpus ciliare begrenzten Raum ragt von der Sclera her ein Wulst hinein, der mitunter einen hohen Grad von Entwickelung erreicht, zuweilen dagegen so schwach bleibt, dass er kaum den Namen eines Wulstes verdient. Er kann colossale Dimensionen erlangen und sich bis an die Grundplatte ausdehnen. Dieser Wulst theilt den in Rede stehenden Winkel in zwei Theile; an seine hintere Seite setzen sich die Fasern des Ciliarmuskels an und der ganze dahinter befindliche Raum ist von diesem Muskel eingenommen. Vor dem Wulst liegt ein besonderes Netzwerk, bestehend aus Fasern verschiedener Dicke, die in verschiedener Richtung verlaufen und eine verschiedene Structur besitzen. Das hinter den Irisfortsätzen gelegene Gewebe zerfällt vorwiegend in zwei Abschnitte. Der unmittelbar an die Sclera grenzende Abschnitt hat eine besondere

1) Archiv f. Ophthalmol. Bd. XV. 1. 1869.

2) Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. VI. 1870.

3) Archiv f. Ophthalmol. Bd. XXVI. 1880.

4) Gerlach, J., Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges. 1880.

Structur in dem Sinne, dass seine Fasern in einer bestimmten circulären Richtung verlaufen, also auf Meridionalschnitten quer durchtrennt sind. Diese Gewebspartie hat Schwalbe circulärfaserigen Ring oder Grenzring genannt. Der Abschnitt des Dreiecks hinter den Irisfortsätzen, der zwischen Grenzring, Sclerawulst und Grundplatte übrig bleibt, wird von einem lockeren Netzwerk ausgefüllt, bestehend aus Fasern, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Zuweilen dehnt sich dieses Gewebe nach vorn und innen bis in die Iriswurzel hinein aus, so dass von einem besonderen Abschnitte desselben, von dem Netzwerk der Iriswurzel zu sprechen ist. Alle beschriebenen Theile, sowie der zwischen denselben übrig bleibende Raum gehen unmittelbar in einander über und machen daher ein Ganzes aus. Auf Grund des Obigen kann man nun das gesammte Corpus ciliare wie folgt eintheilen: 1) der Muskel, 2) die Grundplatte mit den von ihr ausgehenden Falten und 3) das Ligamentum annulare bulbi. Das letztere zerfällt wieder in: 1) die Irisfortsätze, 2) den Grenzring, 3) den Sclerawulst, 4) das lockere Netzwerk (Fontana'scher Raum der Autoren), 5) das Netzwerk der Iriswurzel.

Ich beginne mit der Beschreibung des Ligamentum annulare bulbi und zwar bei denjenigen Thieren, bei welchen es den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht, d. i. bei den Wiederkäuern und den Einhufern.

Die Irisfortsätze beim Pferde sowohl als bei den Wiederkäuern sind in mehreren hinter einander liegenden Reihen angeordnet, wobei in der Mehrzahl der Fälle, wie Schwalbe hervorgehoben hat, die erste Balkenreihe nicht in einer meridionalen Ebene mit der zweiten liegt, so dass sich auf Meridionalschnitten entweder nur Balken der ersten oder nur solche der zweiten Reihe vorfinden. Allein in glücklichen Fällen sieht man unter Umständen auf einem Schnitt Balken, die in mehreren hinter einander liegenden Reihen angeordnet sind. An Schnitten letzterer Art ist es namentlich bequem, die Insertion dieser Balken an ihren beiden Enden zu studiren.

Die Frage der Befestigung der Balken an der äusseren Augenhaut hängt mit der Endigungsweise der Membrana Descemetii innig zusammen.

Vor den Untersuchungen von Schwalbe pflegte man zu behaupten, dass die Membrana Descemetii mit einem scharfen Rande

frei im Hornhautiriswinkel endige. Rollet und Iwanoff[1]) meinen, dass die Irisfortsätze sich an den Rand der Membrana Descemetii ansetzen. Schwalbe[2]) behauptet zwar, dass die Balken von allen von ihm untersuchten Thieren hinter dem hyalinen Theil der Membrana Descemetii ihr Ende finden, sucht aber zu beweisen, dass die Irisfortsätze eine directe Fortsetzung der Membrana Descemetii seien, und dass ihre Substanz eine directe Fortsetzung der Membrana Descemetii bilde. In der Folge haben die Untersuchungen von Briggs[3]), von Angelucci[4]), von Ranvier[5]) und von Königstein[6]) bewiesen, dass die Irisfortsätze nicht hinter der Membrana Descemetii endigen, sondern dass sie dieselbe auf eine gewisse Strecke vom Rande durchsetzen und ihr Bindegewebe auf diese Weise in die Fasern der Cornea übergeht. Die Membrana Descemetii selbst umhüllt jene Balken in Gestalt einer Scheide und zieht so eine Strecke weit in der Richtung nach der Iris hin. Auf dieses Verhältniss hat schon seiner Zeit Waldeyer[7]) aufmerksam gemacht, der an Präparaten von Mihalkowics beobachtete, dass die Irisfortsätze einen Mantel aus der Substanz der Membrana Descemetii besitzen. Eine solche Beziehung der Balken zur Cornea sah Briggs beim Kaninchen, Königstein beim Pferde und beim Rinde. Der zuletzt genannte Autor weist darauf hin, dass jene Beziehung nur bei erwachsenen Thieren beobachtet wird, während z. B. beim Kalbe die Balken sich hinter der Membrana Descemetii ansetzen. Mithin erweist sich Schwalbe's Behauptung, dass bei allen Thieren die Substanz der Balken eine Fortsetzung der Substanz der Membrana Descemetii bilde, als unbegründet: die Membrana Descemetii endigt in der bekannten Weise hinter der ersten Balkenreihe.

Ich verfügte über eine ziemliche Anzahl Augen von Wiederkäuern und Einhufern. Bei allen diesen Thieren ist die Art, wie sich die Irisfortsätze an die äussere Augenhülle inseriren, ziemlich

---

1) l. c.

2) l. c.

3) Sitzungsber. der Wiener Akademie. Bd. LXXIX. Abth. III. 1879.

4) Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XIX. 1881.

5) Leçons d'anatomie générale Cornée. 1881.

6) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. XXV. Abth. III. 1879.

7) Cornea in Gräfe und Sämisch Handbuch der Augenheilkunde. I. 1874.

dieselbe und lässt sich in folgender Weise schildern (die beigegebene Figur 1 stellt einen Schnitt aus dem Auge von Antilope Damalis dar). Der vordere Balken, der an die Membrana Descemetii herantritt, dringt durch die letztere hindurch und geht in das Gewebe der Cornea über. Die Membrana Descemetii selbst zieht nach der Iris hin, indem sie den Balken allseitig in Gestalt einer Scheide umhüllt, und endigt, allmählich sich verjüngend, in einer bestimmten Entfernung. Zuweilen erstreckt sich dieser Mantel bis dicht an die Iris. Hinter dem ersten Balken setzt sich die Membrana Descemetii nach hinten fort, wo sie einen zweiten Balken trifft, denselben mit einem Mantel versieht, aber ihn nicht so weit wie den ersten begleitet. Eine ähnliche Scheide erhält auch der dritte Balken. Hinter dem letzteren wird die Membrana Descemetii dünner und dünner und hebt sich gleichzeitig von der Cornea etwas ab. In dem zwischen ihr und der Cornea propria gebildeten Winkel entspringen die Fasern des elastischen Ringes. Davon, dass die Balken die Membrana Descemetii durchsetzen, kann man sich auch an Tangentialschnitten überzeugen. Aus in Celloidin eingebetteten Präparaten lassen sich bei einiger Mühe Schnitte gewinnen, welche durch die Ebene der Membrana Descemetii gehen, besonders bei solchen Thieren, bei welchen die Membran dick ist, wie z. B. beim Pferde. Auf diesen Schnitten sieht man in der Membrana Descemetii runde Oeffnungen — entweder leer oder von querdurchtrennten Fasern bindegewebiger Balken ausgefüllt. Die Entfernung von der Stelle, wo die Membrana Descemetii vom ersten Balken durchsetzt wird, bis zu der Stelle, wo sie ihr Ende findet, d. h. ihr charakteristisches hyalines Aussehen verliert, ist an Meridionalschnitten zuweilen bedeutend und erreicht 1 mm.

An Meridionalschnitten sieht man also, dass die Membrana Descemetii mit einem scharfen Rande endigt. Meridionalschnitte allein genügen jedoch nicht, um zu einem deutlichen Verständnisse dieses Verhältnisses zu führen. Studirt man die Membrana Descemetii von der Fläche, nachdem man sie von dem darunterliegenden Gewebe mittelst einer Pincette abgelöst hat, so kann man beobachten, dass sie in einer gewissen Entfernung vom Rande Oeffnungen besitzt, durch welche die oben beschriebenen Irisfortsätze hindurchgehen. Der Rand selbst bildet keine gerade Linie, sondern sieht gezackt aus, indem er in verschiedenen Meridianen

verschieden weit zurückweicht. Von den Spitzen der Zacken gehen bindegebige Balken aus, nämlich die Balken, welche den Annulus ciliaris bulbi ausfüllen. Diese Balken entstehen jedoch nicht aus der Substanz der Membran selbst, sondern aus dem darunter liegenden Gewebe, d. i. aus der Sclera, wobei sie auch hier anfänglich von der Substanz der Membrana Descemetii eine Scheide erhalten, die sie eine sehr kurze Strecke weit begleitet. Das hyaline Aussehen der Membrana Descemetii hört plötzlich auf, allerdings nicht mit einer geraden Linie, wie bereits oben erwähnt. Alle Balken beginnen an der Cornea und streben fächerförmig der Axe des Auges zu. Die erste Balkenreihe setzt sich an den Ciliarrand der Iris an, wo ihr Bindegewebe in das Gewebe der letzteren übergeht. Demnach darf man die erste Balkenreihe als Irisfortsätze im strengen Wortsinne bezeichnen. Die folgenden Balkenreihen setzen sich in der Mehrzahl der Fälle nicht an die Iris, sondern an die Grundplatte des Corpus ciliaris an. Anlangend den feineren Bau der Irisfortsätze, so besteht ihr centraler Theil in seiner ganzen Ausdehnung aus fibrillärem Bindegewebe (dies sieht man bei a auf der Figur 2, welche aus dem Auge von Cervus Alces einen Schnitt in der Ebene der vorderen Balken darstellt). Auf seiner Oberfläche, zwischen der bindegewebigen Partie des Balkens und dem Mantel aus der Substanz der Membrana Descemetii, liegt eine verschiedene Menge von Pigmentzellen[1]). Letztere ist am grössten in der Nähe der Iris. Die Oberfläche der Balken ist von einer Schicht der Endothelzellen eingenommen, die eine directe Fortsetzung des Endothels der Membrana Descemetii darstellt. Die Balken sind vollkommen rund, wovon man sich eben auf ihren Querschnitten überzeugen kann. Auf Figur 2a sieht man ein quer durchschnittenes Bindegewebsbündel a, umgeben von einem Ring aus der Substanz der Membrana Descemetii, dessen Dicke variirt je nach der Höhe, in welcher der Schnitt geführt worden ist. Dem Ringe liegt aussen die Endothelschicht an. Das Endothel bekleidet also die Irisfortsätze und geht auf die vordere Fläche der Iris über. Bei manchen Thieren ist der Umstand charakteristisch, dass das Endothel, indem es von der hinteren Fläche der Cornea auf die vordere Fläche der Iris übergehend die Irisfortsätze umkleidet, zwischen denselben nicht unterbrochen ist, sondern sich in Form

---

1) Auf der Figur nicht abgebildet.

einer Membran ausspannt. Dies kommt namentlich bei den Thieren vor, bei welchen die Irisfortsätze sehr nahe neben einander gelagert sind. Wenn man z. B. aus dem Auge des Känguru eine fortlaufende Reihe von Schnitten anfertigt, und dann die Schnitte, welche durch die Irisfortsätze gehen, mit denen, welche zwischen letztere gefallen sind, vergleicht, so sieht man, dass im ersteren Falle das Endothel längs der Irisfortsätze von der hinteren Fläche der Cornea bis an die vordere Fläche der Iris zu verfolgen ist; im zweiten Falle, wann der Schnitt zwischen zwei Irisfortsätzen gegangen ist, trifft man das Endothel als eine scharfe kernführende Linie.

Der dreieckige Raum hinter den Irisfortsätzen, zwischen Sclera und Grundplatte des Corpus ciliare, ist, wie bereits erwähnt, von einem besonderen aus Balken bestehenden Gewebe ausgefüllt. Schon eine oberflächliche Beobachtung genügt, um zu erkennen, dass dieser Theil des Ligamentum annulare bulbi in zwei Abschnitte zerfällt.

Oben wurde angedeutet, dass die Membrana Descemetii hinter den Irisfortsätzen allmählich sich verjüngt und gleichzeitig von der Sclera sich abhebt; in dem auf diese Weise entstandenen Dreieck beginnt keilförmig eine Gewebsmasse, die Iwanoff und Rollet[1]) engmaschiges Gewebe, Schwalbe[2]) Grenzring genannt hat. Dieses Gewebe setzt sich aus Fasern zusammen, die ausschliesslich in circulärer Richtung verlaufen und unmittelbar an der Sclera einen Ring bilden. Auf meridionalen Schnitten sind diese Fasern demnach quer durchtrennt. Die von ihnen gebildete Gewebspartie sieht auf dem Durchschnitt ungefähr dreieckig aus. Sie beginnt, wie bereits erwähnt, mit einem scharfen Rande, zieht, indem sie breiter wird, nach hinten und endigt dann, schnell schmäler werdend, vor dem oben erwähnten Sclerawulst. Nach aussen grenzt dieselbe, wie schon angegeben, an die Sclera, nach innen geht sie allmählich in die Fasern über, welche den Rest des Fontana'schen Raumes ausfüllen. Die Dimensionen dieses prismatischen Ringes sind bei verschiedenen Thieren verschieden. Anlangend seinen feineren Bau, so ist die centrale Partie aus feinsten Fäden mit allen Eigenschaften der elastischen Fasern zusam-

1) l. c.
2) l. c.

mengesetzt. Diese Fasern verlaufen entweder in Bündeln oder isolirt. Auf Quer- resp. Meridionalschnitten sehen sie wie Punkte oder wie scharf umschriebene Kreise aus. An den Uebergangsstellen in die benachbarten Gewebe kommen zu den elastischen Fasern Bindegewebsbündel hinzu, welche ebenfalls in circulärer Richtung verlaufen. Die Zwischenräume sind von zahlreichen zelligen Elementen ausgefüllt. Um letztere zu studiren, muss man Schnitte benutzen, wo der Ring seiner Länge nach getroffen ist, d. h. man muss Querschnitte durch das Ligamentum annulare bulbi heranziehen. Auf Fig. 3, welche aus dem Ligamentum annulare bulbi von Cervus Alces einen in das Gebiet des Grenzringes fallenden Schnitt repräsentirt, sieht man die feinsten Fasern in Bündeln angeordnet und auch isolirt verlaufend; die Zwischenräume erscheinen von zelligen Elementen ausgefüllt. Anlangend die Beziehung der Zellen zu den Fasern, so meint Schwalbe, auf Grund der gleichmässigen Anordnung der Kerne, dass die Zellen scheidenartig den Fasern aufliegen. Ich muss sagen, dass die Anordnung der Zellen gar nicht so regelmässig ist, dass eine vollständige Scheide für die Faserbündel gebildet werden könnte. Die Beziehungen der Zellen zu den Bündeln der elastischen Fasern lassen sich folgendermaassen schildern. Der gesammte freie Raum zwischen den Bündeln ist von Zellen ausgefüllt, so dass letztere allerdings den Fasern anliegen. Die Zellen sind jedoch in der Mehrzahl der Fälle nicht platt, sondern besitzen eine eckige, runde, ausgezogene oder andere Gestalt, je nach dem Raum, in welchem die einzelne Zelle liegt. Falls die Bündel einen ziemlich grossen Raum zwischen sich lassen, ordnen sich die Zellen in Gruppen an. Abgesehen von den in Rede stehenden Bindegewebszellen sind zwischen den elastischen Fasern auch unzweifelhafte Leucocyten sowie runde Pigmentzellen, die vollkommen frei liegen und weiter unten näher erwähnt werden sollen, enthalten. Es ist noch hervorzuheben, dass dieses elastische Gewebe fast vollkommen gefässlos, dafür aber sehr reich an Nerven ist. Die verschieden dicken Nervenbündel, welche nach der Iris verlaufen, passiren parallel mit der Sclera den Grenzring, um darauf kreisförmig umbiegend in einem der Irisfortsätze in die Iris herabzusteigen. Solche Nervenbündel sind zuweilen so dick, dass sie die ganze Dicke der Irisfortsätze einnehmen und aussen nur von einer Schicht Pigmentzellen bedeckt sind.

Der Raum zwischen Grenzring und Grundplatte des Corpus ciliare ist hinter den Irisfortsätzen von Trabekeln verschiedener Dicke, die in allen möglichen Richtungen verlaufen, ausgefüllt. Der Uebergang der Fasern des Grenzringes in dieses Gewebe geschieht allmählich, wobei die Fasern statt der circulären eine meridionale, radiäre und andere Richtung annehmen. Gegen die Irisfortsätze ist die Grenze entweder scharf, so dass hinter mehreren Reihen von Irisfortsätzen sofort viel dünnere Balken zum Vorschein kommen, oder unmerklich. Die den Irisfortsätzen näher gelegenen Maschen sind grösser und die diese Maschen begrenzenden Trabekeln sind dicker als die dahinter gelegenen. Bei manchen Thierarten, wie z. B. Lama, zerfallen die den hinteren Theil des Ligamentum annulare bulbi zusammensetzenden Trabekeln in ihre Fibrillen, so dass ein feinstes bindegewebiges Filzwerk entsteht. Die Trabekeln bestehen aus fibrillärem Bindegewebe und sind auf ihrer Oberfläche von einer Endothelscheide bedeckt. Königstein behauptet, dass die Trabekeln auch dieses Abschnittes des Ligamentum annulare bulbi eine Scheide aus der Substanz der Membrana Descemetii besitzen, allein ich konnte mich davon nicht überzeugen. Zwischen dem bindegewebigen Antheil der Trabekeln und dem Endothelmantel liegen Pigmentzellen, in wechselnder Anzahl bei verschiedenen Thieren sowohl als in verschiedenen Abschnitten dieser Region bei demselben Thiere. Indessen kommen bei manchen Thieren aus dieser Gruppe ziemlich bedeutende Abweichungen von der beschriebenen Einrichtung vor. Bei dem Gnu ist, wie man aus der beigegebenen Fig. 4 sehen kann, das Ligamentum annulare bulbi sehr schwach entwickelt; hier sind die Theile, die wir bei den oben genannten Thieren beschrieben haben, d. i. die Irisfortsätze und der Fontana'sche Raum, nicht vorhanden. Der Grenzring ist sehr wenig ausgebildet. Alle diese Verhältnisse beruhen darauf, dass der Sclerawulst eine colossale Entwickelung erlangt. Der letztere reicht nicht bloss bis an die Grenzplatte, mit der er in Verbindung tritt, sondern erstreckt sich nach vorn beinahe bis an die vordere Kammer, so dass sein Gewebe fast den ganzen Winkel zwischen Iris und Cornea ausfüllt. Nur dicht an der Grenze gegen die vordere Kammer wird das Bindegewebe etwas lockerer. Der ebenfalls sehr schwache Grenzring ist nach vorn verdrängt und geht weit zwischen Cornea und Membrana Descemetii hinein. Das Verhältniss der Membrana

Descemetii zu diesen Theilen ist nicht minder interessant. Nachdem sie, der hinteren Fläche der Cornea aufliegend, immer dünner geworden ist und, im Hornhautiriswinkel umbiegend, die Iriswurzel erreicht hat, nimmt sie nun wieder dieselbe Dicke an wie ursprünglich auf der Cornea. Nachdem sie dann einen gewissen in verschiedenen Meridianen verschiedenen Theil der vorderen Irisfläche bedeckt hat, endigt sie, nochmals dünner werdend, mit einem freien Rande. An Schnitten aus gewissen Meridianen kann man sich in der That vergewissern, dass die Membrana Descemetii mit dem sie bedeckenden Endothel die hintere Fläche der Cornea, den Winkel zwischen Cornea und Iris und die vordere Fläche der Iris in Gestalt eines continuirlichen Saumes bekleidet. In anderen Meridianen hört die Membrana Descemetii im Winkel zwischen Cornea und Iris auf verschiedenen Strecken auf, um erst wieder auf der vorderen Irisfläche zum Vorschein zu kommen, woraus folgt, dass sie im Hornhautiriswinkel nicht vollständig ist, wie man auf Grund gewisser Schnitte glauben möchte, sondern hier verschieden grosse Löcher hat. Hierbei ist noch Folgendes bemerkenswerth. In einer gewissen Entfernung vom Winkel bildet die Membrana Descemetii auf der hinteren Corneafläche einen Wulst (a), der in den Raum der vorderen Kammer hineinragt. Einen ähnlichen Wulst bildet sie auch auf der gegenüberliegenden Seite, d. i. auf der vorderen Irisfläche (b). Beide Wülste sind gleich weit vom Hornhautiriswinkel entfernt und kommen zwar in verschiedenen Graden der Entwicklung, aber doch auf sämmtlichen meridionalen Schnitten vor. Sowohl der an der Hornhaut als der an der Iris gelegene Wulst der Descemet'schen Haut schliesst ein circuläres Bündel von Bindegewebsfibrillen ein. Das Endothel lässt sich, wie bereits oben angegeben, über der Membrana Descemetii in Gestalt einer ununterbrochenen Linie von der hinteren Fläche der Cornea bis auf die vordere der Iris verfolgen. Auf Querschnitten aus der vorderen Kammer, geführt durch diese Region, erscheint natürlich die Descemet'sche Haut zweimal: auf der hinteren Fläche der Cornea, und auf der vorderen der Iris.

Die Augen des Büffels haben eine andere Eigenthümlichkeit. Die Membrana Descemetii spaltet sich auf der hinteren Fläche der Cornea, noch lange bevor sie den Winkel erreicht hat, in zwei Blätter a und b (Fig. 5), zwischen welchen ein Gewebe liegt, welches dem der Cornea propria analog ist. Das innere Blatt

grenzt nach wie vor an die vordere Kammer, das äussere dagegen legt sich zwischen die Lamellen der Cornea propria. Nach dem Iriswinkel hin verdünnt sich allmählich das innere Blatt und endigt schliesslich mit einem scharfen Rande, während das äussere sich weiter fortsetzt, so dass in diesem Abschnitt die vordere Grenze der vorderen Kammer nicht durch die Membrana Descemetii, sondern durch das Gewebe der Cornea gebildet wird. Das Verhältniss der Membran zu den Irisfortsätzen ist hier das nämliche wie bei den anderen Thieren, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Irisfortsätze zunächst die Partie der Cornea, welche die vordere Kammer von der Membrana Descemetii scheidet, zu durchsetzen haben, um in letztere einzudringen. Diese liefert, wie aus der Figur ersichtlich, Scheiden für die Irisfortsätze.

Beim Löwen ist der Annulus ciliaris bulbi folgendermaassen eingerichtet. Wenn man mit blossem Auge den Winkel zwischen Sclera und Grundplatte betrachtet, so sieht man zunächst bei dem Versuche, die Iris von der Cornea zu trennen, wie sich eine Anzahl dünner Balken von bedeutender Länge anspannt. Diese Balken sind in mehreren Reihen angeordnet und auf verschiedene Weise unter einander verbunden (Fig. 6 a). Weit hinter ihnen folgt ein dreieckiger Raum (b c d), der von einem filzartigen Gewebe ausgefüllt ist. An Meridionalschnitten kann man sich überzeugen, dass die vorderen Balken die Membrana Descemetii noch weit vor ihrer Endigungsstelle durchsetzen. Weil die Balken ziemlich dünn gestellt sind und eine grosse Ausdehnung haben, so sieht man sie auf Meridionalschnitten in der Mehrzahl der Fälle nur in Gestalt von Bruchstücken. Dazwischen bleiben grosse Räume frei. Hinter der Ansatzstelle der ersten Balkenreihe zieht die Membrana Descemetii, ohne sich zu verdünnen, nach hinten und geht erst in einer Entfernung von 1,5—2 mm in eine Anzahl Trabekeln über, die fächerförmig in der Weise auseinanderfahren, dass die einen mehr oder minder parallel mit der Sclera verlaufen, während die anderen nach der Grundplatte zu umbiegen und somit dieselbe Richtung wie die vorderen Balken einschlagen. Um indessen das Verhältniss der Membrana Descemetii zu diesen Balken festzustellen, bediente ich mich der häufig geübten Methode des Lospräparirens einzelner Stücke der Membrana Descemetii mittelst der Pincette. Wenn man nämlich die vorn gelegenen Trabekeln durch leichtes Anziehen der Iris nach hinten zerreisst und

dieses Lostrennen nach hinten weiter fortsetzt, so bietet das Filzwerk einen ziemlich bedeutenden Widerstand. Schneidet man dasselbe mit einem scharfen Scalpel an und entfernt die Iris sammt der Grundplatte des Corpus ciliare, so lässt sich die Membrana Descemetii mit einer kleinen Pincette fassen und sammt den mit ihr verbundenen Theilen von dem darunter liegenden Gewebe lostrennen. In einer gewissen Entfernung vom Rande der Membrana Descemetii erscheinen Bindegewebsbündel, die in radiärer Richtung verlaufen. Bei ihrem Austritt aus der Membran erhalten dieselben von ihr Scheiden, die anfangs dick sind, dann aber nach und nach dünner werden, in Folge dessen die Oeffnungen zwischen den Balken immer grösser und grösser werden. Die Balken sind unter einander in verschiedener Weise verbunden und bilden ein weitmaschiges Netz. In den Maschen des letzteren, wo also keine Membrana Descemetii mehr vorhanden ist, sieht man immerhin unter Umständen eine ununterbrochene Schicht von Endothel, das sich demnach auf eine gewisse Strecke weiter fortsetzt als die Membrana Descemetii selbst. Hebt und senkt man den Tubus des Mikroskops, so kann man sich überzeugen, dass die erwähnten Bindegewebsbündel nicht in der Membrana Descemetii, sondern unter derselben liegen und aus dem Gewebe der Sclera entstehen. Mithin sind die den Winkel zwischen Sclera und Grundplatte des Corpus ciliare ausfüllenden bindegewebigen Balken keine directe Fortsetzung der Membrana Descemetii: sie entstehen aus dem Gewebe der Sclera und erhalten von der Membrana Descemetii lediglich eine Scheide. Wie bereits erwähnt, fahren dieselben fächerförmig auseinander, dabei theilen sie sich in verschiedener Weise und zerfallen schliesslich in die sie zusammensetzenden feinsten Fäserchen. Die letzteren verbinden und verflechten sich auf das innigste und bilden das Filzwerk, welches fast den ganzen Winkel zwischen Sclera und Grundplatte ausfüllt. Wie wir weiter unten sehen werden, dringen in dieses Gewebe die Bündel des Ciliarmuskels ein, wobei eine Anzahl von ihnen daselbst auch endigt, so dass man die Verbindung von Muskelfasern mit Bindegewebsfasern, welche sich demnach als feinste Sehnen für den Ciliarmuskel darstellen, direct verfolgen kann.

Wenn wir die Einrichtung des Annulus ciliaris bulbi beim Löwen mit der Einrichtung desselben bei den Wiederkäuern vergleichen, so bemerken wir, dass beim Löwen die den Irisfort-

sätzen der Wiederkäuer entsprechenden Balken in mehreren Reihen angeordnet sind und nicht senkrecht zur Cornea stehen, wie dies bei den Wiederkäuern der Fall zu sein pflegt; mit der Cornea einen nach hinten offenen spitzen Winkel bildend, laufen sie rückwärts und treten zur Iris und Grundplatte. Daher auch ihre viel grössere Ausdehnung als bei den Wiederkäuern.

Der eigenthümliche elastische Ring, den wir bei Wiederkäuern beschrieben haben, kommt beim Löwen nicht vor. Bei aufmerksamer Untersuchung lässt sich allerdings zwischen den der Sclera anliegenden Balken eine Ansammlung elastischer Fasern finden, dieselben verlaufen jedoch nicht in circulärer, sondern in meridionaler Richtung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Fasern eine Analogie mit den Fasern des elastischen Ringes bei anderen Säugethieren darbieten.

Anlangend den feinen Bau der dicken vorderen Balken, so bestehen dieselben aus deutlich fibrillärem Bindegewebe, sind bedeutend dünner als bei Wiederkäuern und sind von einer Endothelhaut bekleidet. Sie zeichnen sich von den ihnen analogen Irisfortsätzen der Wiederkäuer durch ihre vollkommen glatten und regelmässigen Contouren aus und besitzen in ihrer gesammten Länge dieselbe Dicke. Die hintere Partie des Annulus ciliaris ist beim Löwen, wie bereits erwähnt, von einem dichten Filzwerk ausgefüllt, welches dadurch zu Stande kommt, dass die dickeren Bindegewebsbalken hinten in die sie zusammensetzenden Fäserchen zerfallen, und die letzteren in der mannigfaltigsten Weise sich unter einander verbinden und verflechten. Die im Iriswinkel des Löwen vorkommenden Zellen sind folgende: 1) Bindegewebszellen, in der hinteren engmaschigen Partie des Corpus ciliare gelegen, von sehr wechselnder Form: verzweigt, spindelförmig etc. Sie stellen die unmittelbare Fortsetzung der Endothelzellen, welche in Gestalt eines Mantels die vorderen Balken einhüllen, dar. 2) Pigmentzellen. Dieselben zerfallen ihrerseits in zwei Arten, die am besten als unbewegliche und bewegliche zu bezeichnen sind. Die Zellen der ersten Art liegen in den bindegewebigen vorderen Balken unter der Endothelscheide unmittelbar am Bindegewebe; ihre Form ist platt, zuweilen verzweigt. Sie haben einen sehr kleinen Kern, die Farbe der Pigmentkörner ist hellgelb. Die Zahl dieser Zellen ist verhältnissmässig gering und im Gegensatz zu den Irisfortsätzen der Wiederkäuer kann man hier niemals beobachten,

dass die Bindegewebsbalken allseitig von Pigmentzellen umgeben seien. Zuweilen bleiben jene auf einer grossen Strecke vollkommen frei von Pigment. Die zweite Art von Zellen, die wir als bewegliche bezeichnet haben, findet sich in allen Abschnitten des Annulus ciliaris vor und besitzt eine sehr wechselnde Gestalt, die vorwiegend von dem Orte abhängt, an welchem die Zellen gelagert sind. Die allerhäufigste Form — die vollständig runde — kommt dann vor, wenn die Zellen ganz frei zwischen den Balken liegen und von den umgebenden Theilen nicht gedrückt werden; im Gebiete der vorderen Balken liegen sie zuweilen der Aussenseite der Balken an, und in solchem Falle sind die letzteren von zwei Arten Pigmentzellen — solchen, die unter dem Endothel, und solchen, die nach aussen von demselben sich befinden — begleitet. Diese unterscheiden sich von jenen sowohl ihrer Form nach, indem sie halbkugelig zu sein pflegen und niemals platt, als auch nach der Farbe ihrer Pigmentkörner, die gewöhnlich etwas dunkler sind als in den unter dem Endothel gelegenen Zellen. In der hinteren Partie des Annulus ciliaris, im Gebiete des Filzwerkes, werden die Pigmentzellen von den umgebenden Theilen gedrückt und erhalten dadurch eine mannigfaltige Gestalt: eine runde, ausgezogene, spindelförmige, verästelte u. s. w. Indessen kann man unter Umständen solche Zellen vollkommen frei liegend und mit Fortsätzen versehen beobachten. Diese Formen scheinen auf eine active amoeboide Bewegung der Pigmentzellen hinzuweisen. Auf derartige Zellen, die ihre Gestalt je nach den äusseren Umständen ändern, haben schon Berger und Koganeï aufmerksam gemacht. Der zuletzt genannte Autor hat solche Zellen in der Iris der Katze beobachtet und als Tapetalzellen bezeichnet. Ich habe solche Zellen nicht nur bei Repräsentanten aus der Familie der Feliden, sondern auch bei anderen Raubthieren, z. B. beim Ursus labiatus und bei manchen Hirscharten gefunden. Abgesehen von den beschriebenen Zellen kommen beim Löwen in allen Abschnitten des Annulus ciliaris in grosser Anzahl 3) Leukocyten vor. Dieselben liegen gewöhnlich, gleich den pigmentirten Wanderzellen, im Gebiete der vorderen Balken der Aussenseite der letzteren an. Im hinteren Theile des Annulus ciliaris, im Gebiete des Filzwerkes, begegnet man Muskelfaserzügen, die hier auch endigen, andererseits gehen sie direct in den Musculus ciliaris über. Die feinsten Fasern des Filzwerkes verhalten sich demnach wie Sehnen für die Muskelfasern.

Ganz ähnlich wie beim Löwen ist der Annulus ciliaris bulbi auch bei einem anderen Repräsentanten der Gattung Felis — bei Felis guttata — eingerichtet.

Beim Seehunde erstreckt sich der Annulus ciliaris ungewöhnlich weit nach hinten. Die Membrana Descemetii ist ausserordentlich dünn — sie erreicht 3—4 μ. Wie bei den anderen Thieren beginnen auch hier die ersten Irisfortsätze weit vor dem Ende der Membrana Descemetii und erhalten von ihr Scheiden, welche sie jedoch auf eine sehr geringe Strecke begleiten. Die Mehrzahl der Balken beginnt hinter der durchsichtigen Partie der Membrana Descemetii. Mit einer ziemlich schmalen Basis anhebend gehen sie fächerförmig, wie Fig. 7 zeigt, nach allen Richtungen auseinander: 1) nach vorn — diese Fasern gelangen fast bis an den Rand der Iris, wie schon H. Virchow angegeben hat, 2) nach der Augenaxe hin, d. i. nach der Grundplatte des Corpus ciliare, 3) nach hinten, zwischen Grundplatte und Sclera. Allen diesen Balken kommt in ihrem gesammten Verlaufe dieselbe Dicke und dieselbe Structur zu. Sogar in der hinteren Partie des Annulus ciliaris, wo die Balken gewöhnlich dünner werden und bei manchen Thieren in die sie zusammensetzenden Fibrillen zerfallen, behalten sie beim Seehund dieselbe Dicke bei wie vorn. Sie bestehen aus deutlich fibrillärem Bindegewebe und besitzen eine Endothelscheide. Zwischen Scheide und Bindegewebe liegen Pigmentzellen, deren Zahl ausserordentlich gross ist, so dass sie die Trabekeln von allen Seiten umgeben. Die Zellen sind sehr gross, mit Fortsätzen versehen, beherbergen einen sehr kleinen Kern.

Bei einem anderen Wassersäugethier, das ich untersucht habe, bei der jungen Fischotter, ist die Membrana Descemetii ebenfalls ausserordentlich dünn, so dass bei schwächeren Vergrösserungen die hintere Fläche der Cornea nur von einer Endothelschicht bedeckt zu sein scheint, während sie bei starker Vergrösserung als scharfe Linie zwischen Endothel und Cornea propria sich darstellt. Die Fasern des Annulus ciliaris sind, wie aus Figur 8 ersichtlich, in der Weise angeordnet, dass ein oder zwei ziemlich dicke unmittelbar an die vordere Kammer grenzende Balken dort, wo die Membrana Descemetii aufhört, beginnen, in Richtung nach der Augenaxe verlaufen und an den Ciliarrand der Iris sich ansetzen; alle übrigen Balken ziehen in Gestalt eines an Breite zunehmenden Bündels nach hinten und dringen in den Ciliarmuskel ein, verhalten sich somit wie feine Sehnen für die Fasern des letzteren.

Bei der Betrachtung des Iriswinkels beim Menschen und beim Affen nimmt man zunächst wahr, dass hier alle die von mir bei den Wiederkäuern beschriebenen Theile vorhanden sind, nur dass die Anordnung und das gegenseitige Verhältniss derselben etwas abweichend ist. Wir haben gesehen, dass bei den Wiederkäuern der von der Sclera ausgehende Sclerawulst den Winkel zwischen dieser und der Grundplatte in zwei Theile trennt — einen vorderen und einen hinteren, wobei hier der vordere seine höchste Entwickelung erreicht, während der hintere mit dem daselbst gelegenen Ciliarmuskel ziemlich schwach entwickelt ist. Beim Menschen und beim Affen erscheint das Verhältniss jener Theile gerade umgekehrt. Hier existirt ebenfalls ein Sclerawulst, aber der hinten gelegene Theil, d. i. Muskel, ist ausserordentlich stark, der vorn gelegene sehr schwach entwickelt. Der elastische Ring beginnt vor dem Schlemm'schen Canal zwischen Membrana Descemetii und Cornea propria und endigt am hinteren Rande desselben am Sclerawulst. Seine Bestandtheile sind folgende: a) ein zartes bindegewebiges Maschenwerk, b) Bündel circulär verlaufender elastischer Fasern, c) grosse Zellen. Den Sclerawulst kann man als Modification des elastischen Ringes ansehen, wobei die elastischen Fasern nach und nach schwinden, während die bindegewebigen Fasern sich dicht an einander legen. Die innerste Schicht des Circularringes geht, indem meridionale Züge vorherrschend werden und die elastischen Fasern schwinden, in den vor dem Muskel gelegenen Theil über, welcher das vorstellt, was man als den Fontana'schen Raum des Ligamentum pectinatum bezeichnet. Dieser vor dem Muskel gelegene Theil ist verschieden gestaltet — zuweilen als eine feste senkrechte Platte, zuweilen maschig, jedoch nie so locker, wie es Schwalbe auf Figur 79 seines Lehrbuches der Anatomie der Sinnesorgane abbildet. Dabei ist noch zu bemerken, dass der Schlemm'sche Canal niemals so weit nach hinten liegt, wie es dieselbe Figur darthut; er liegt vielmehr für gewöhnlich weiter vor.

Anlangend die Frage, ob im menschlichen Auge den Irisfortsätzen der Wiederkäuer entsprechende Theile existiren, so sagt Waldeyer, dass in einzelnen Fällen auf Meridionalschnitten in unmittelbarer Nachbarschaft mit der vorderen Kammer ein oder zwei grosse pigmentirte Balken mit grossen Maschenräumen vorhanden sind. Heisrath leugnet entschieden die Existenz solcher Maschenräume im Iriswinkel des menschlichen Auges. Ich habe

meinerseits in Uebereinstimmung mit Waldeyer sehr häufig in der Nachbarschaft der vorderen Kammer meist einen Balken, der seiner Entwickelung nach einem Irisfortsatze der Wiederkäuer entspricht, gefunden. Solche Balken besitzen eine Endothelscheide und unterhalb derselben eine dünne Scheide aus der Substanz der Membrana Descemetii, worauf schon Königstein hingewiesen hat. Pigmentzellen sind entweder vorhanden oder sie fehlen, je nachdem der vordere Abschnitt des Auges pigmentirt ist oder nicht.

Die Einrichtung des Annulus ciliaris bei den von mir untersuchten Affen nähert sich schon der beim Menschen. Bei Cynocephalus mormon ist der Annulus ciliaris sehr schwach entwickelt, sogar schwächer als beim Menschen. Der Musculus ciliaris kommt direct an die vordere Kammer heran und ist von ihr nur durch eine dünne bindegewebige Membran geschieden. Bei Cynocephalus sphinx und bei Macacus ist der Annulus ciliaris gut entwickelt, viel besser als beim Menschen, wie aus Figur 9 zu entnehmen; er hat hier auf Meridionalschnitten die Gestalt eines Dreiecks, welches die Spitze nach dem Ende der Membrana Descemetii, die Basis nach der Grundplatte kehrt; seine Fasern sind sehr dünn und stellen ein dichtes Geflecht dar. Charakteristisch ist, dass sie sich gegen die vordere Kammer durch eine scharfe Linie mit in dieselbe eingelagerten länglichen Kernen abgrenzen. Höchst wahrscheinlich ist diese Linie der Ausdruck einer quer durchschnittenen Endothelhaut, welche den Raum der vorderen Kammer vom Annulus ciliaris scheidet.

Musculus ciliaris.

Nachdem die vor dem Sclerawulste gelegenen Theile beschrieben sind, müssen wir uns nun den hinter demselben gelegenen zuwenden.

Der Sclerawulst selbst besteht aus dichtem Bindegewebe, welches gegen die Sclera hin, indem zahlreiche Sehnenfäden des sich hier inserirenden Ciliarmuskels zur Verstärkung beitragen, an Mächtigkeit zunimmt. Der Sclerawulst ist, wie bereits hervorgehoben, bei verschiedenen Thieren verschieden stark entwickelt; bei den einen ausserordentlich stark, so dass er die Grundplatte des Corpus ciliare erreicht — wie z. B. beim Gnu —, bei anderen kaum bemerkbar; immerhin aber ragt der Theil der Sclera, wo

die Mehrzahl der Fasern des Ciliarmuskels sich ansetzt, stets in den Raum des Annulus ciliaris hinein. Vor dem Sclerawulste sind alle Theile des Corpus ciliare innig mit der Sclera verbunden, hinter ihm hängt die mittlere Augenhaut kaum noch mit der Sclera zusammen. Hebt man daher die Chorioidea von der Sclera in der Richtung von hinten nach vorn ab, so trifft man keinen Widerstand, bis man dicht an den Sclerawulst herangekommen ist, wo dann eine feste Verbindung durch die Insertion des Ciliarmuskels existirt. In Folge des Umstandes, dass der Sclerawulst bei Wiederkäuern und Einhufern relativ weit mehr hinten liegt als beim Menschen, wo er die hintere innere Wand des Schlemm-schen Canals bildet, steht bei den zuerst genannten Thieren die mittlere Augenhaut auf einer grösseren Strecke mit der äusseren in Verbindung als beim Menschen und bei Affen.

Der Ciliarmuskel des Menschen ist so ausführlich beschrieben, dass ich meinerseits nur wenige Worte hinzuzufügen vermag. In den von mir untersuchten Augen habe ich eine starke Schwankung in Bezug auf die Entwicklung der circulären Fasern oder des Müller'schen Muskels gefunden; während derselbe in manchen Augen ungemein stark entwickelt ist und dicke, durch Bindegewebe geschiedene Bündel repräsentirt, erscheint er in anderen Augen ungemein schwach und ist die Gegend, wo sonst der Müller'sche Muskel sich befindet, von Fasern eingenommen, die in meridionaler Richtung verlaufen. Da mir die Sehkraft der betreffenden Augen leider unbekannt war, so vermag ich nichts bestimmtes über das bekannte Iwanoff'sche Gesetz auszusagen, wonach bei Myopen der Müller'sche Muskel fast vollkommen fehlen und bei Hypermetropen die Höhe seiner Entwickelung erreichen soll.

Im Brücke'schen Muskel ist die Menge des zwischen den Fasern gelegenen Bindegewebes bedeutenden Schwankungen unterworfen; in manchen Augen kaum wahrzunehmen, erscheint es in anderen ausserordentlich stark.

Beim Affen ist der Ciliarmuskel ganz ähnlich eingerichtet und besteht aus ganz ähnlichen Theilen wie beim Menschen, d. h. es sind sowohl meridionale als circuläre Fasern vorhanden, letztere an derselben Stelle gelegen wie beim Menschen. Unter den von mir untersuchten Augen der drei schon genannten Affenarten war der Müller'sche Muskel bei Cynocephalus mormon nicht besonders kräftig, erreichte dagegen bei Cynocephalus sphinx und bei Ma-

cacus die Höhe seiner Entwickelung. Aus der beigegebenen Figur 9 sieht man, dass seine Gestalt und die Anordnung seiner Fasern dieselben sind wie beim Menschen; d. h. bei sämmtlichen von mir untersuchten Affen existiren circuläre Muskelfasern an der nämlichen Stelle wie beim Menschen. Meyer[1]) hat bei Untersuchung der Augen eines Affen (Macacus nemertinus) keine circulären Fasern im Ciliarmuskel gefunden und behauptet aus diesem Grunde, dass jene bei den Affen überhaupt fehlen. Flemming[2]) machte auf die Voreiligkeit einer solchen Schlussfolgerung aufmerksam und findet seinerseits, auch bei Untersuchung nur eines Affen (Cercopithecus), dass der Ciliarmuskel hier ganz ähnlich wie beim Menschen eingerichtet ist.

Bei den Wiederkäuern und den Einhufern ist der Ciliarmuskel im Verhältniss zur Grösse des Auges schwach. Er beginnt unmittelbar vor den letzten grossen Gefässen der Chorioidea, zieht verschieden weit nach vorn und setzt an den Sclerawulst an. Die Mehrzahl der Fasern verläuft in meridionaler Richtung und nur vereinzelt kommen solche vor, die circulär oder auch schräg verlaufen. Durch Bindegewebslamellen ist der Muskel in Bündel eingetheilt; ausserdem ist er in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzt von Pigmentzellen, deren Zahl bei verschiedenen Thieren verschieden ist. Rein circuläre Fasern kommen vereinzelt bei vielen Repräsentanten aus den Gruppen der Wiederkäuer und der Einhufer, wie z. B. beim Rinde, beim Pferde u. s. w., vor. Zu einer starken Entfaltung gelangen solche Fasern bei manchen Hirsch- und Antilopenarten, so dass von einem Circulärmuskel mit Recht die Rede sein darf. Dieser Muskel liegt aber nicht, wie beim Menschen, im Winkel des Corpus ciliare, sondern unmittelbar an der Sclera, zwischen Grenzring und Sclerawulst. Seine höchste Entwickelung erreicht er bei der Nylgau-Antilope. Durch Bindegewebsfasern wird der Muskel in Bündel eingetheilt. Auf Meridionalschnitten sieht er ungefähr rund aus und sein Durchmesser erreicht die Grösse von 0,5—0,8 mm. Iwanoff und Rollet[3]) erwähnen das Vorhandensein circulärer Fasern auch beim Schweine, an der inneren Fläche der Sclera. Von Schwalbe wird dies bestätigt.

1) Virchow's Archiv. Bd. XXXIV. 1865.

2) Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. IV. 1868.

3) l. c.

Bei der Untersuchung von Meridionalschnitten aus den Augen mancher Hirscharten beobachtet man folgende interessante Erscheinung. An der Stelle, wo gewöhnlich der Ciliarmuskel liegt, also hinter dem Sclerawulste, zwischen diesem und dem Rande der Chorioidea, befindet sich ein eigenthümliches Gewebe, welches mit Muskelgewebe nichts gemein hat. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte es demnach scheinen, als ob gar kein Ciliarmuskel vorhanden wäre. Die beigegebene Figur 10, welche einen Meridionalschnitt aus dem vorderen Abschnitt des Auges von Cervus Alces darstellt, zeigt, wo jenes Gewebe gelagert ist; es nimmt die Strecke von aa bis bb ein. Fig. 11 stellt die hintere Partie dieses Gewebes bei stärkerer Vergrösserung dar: a — das Ende der Chorioidea, r — pars ciliaris retinae. Man sieht, dass dasselbe aus grossen bläschenförmigen ellipsoiden Zellen besteht, deren grosser Durchmesser in meridionaler Richtung gelegen ist. Jede Zelle enthält einen länglichen Kern. Die Zellen liegen dicht bei einander und nehmen den ganzen Raum zwischen Sclera und Grundplatte des Corpus ciliare für sich in Anspruch. Auf Querschnitten aus dieser Region erscheinen sie rund oder polygonal und sind mit einem runden Kerne versehen. Auf Fig. 12 ist bei schwacher Vergrösserung bei A ein Schnitt aus dieser Region durch alle drei Häute des Auges vom Fettschwanzschafe abgebildet. S — Sclera, n — Netzhaut, ch — Chorioidea; letztere besteht durchweg aus den fraglichen Zellen. Bei B ist dieselbe Stelle bei starker Vergrösserung abgebildet. Studirt man auf Meridionalschnitten das in Rede stehende Gewebe genauer, so kann man wahrnehmen, dass zwischen einzelnen Zellencomplexen erstens feine Bindegewebsfasern und zweitens unzweifelhaft Muskelfasern verlaufen. Ein derartiges zellenreiches Gewebe lässt sich bei vielen Thieren beobachten. Ich habe es bei vielen Hirsch- und Schafarten, Dr. Virchow, wie er mir mündlich mittheilte, bei der Ziege beobachtet. Zwischen Zellen und Muskelfasern scheint ein Wechselverhältniss zu bestehen: bei manchen Thieren, z. B. beim Fettschwanzschaf, bei Cervus Aristotelis, bei Cervus Alces, kann man zwischen den einzelnen Zellencomplexen nur mit Mühe einzelne Muskelfasern auffinden; bei anderen dagegen, z. B. beim Dammhirsch, trifft man ziemlich dicke Muskelbündel, welche von Gruppen der in Rede stehenden Zellen unterbrochen sind. Bei Cervus porcinus sehen letztere sternförmig aus. Der geweb-

liche Charakter dieser Zellen wird verständlich, wenn man auf Meridionalschnitten die geschilderte Formation vorwärts und rückwärts verfolgt. Man findet dann, dass bei der Annäherung an die Chorioidea sich die Zellen mehr und mehr abplatten, strecken und schliesslich direct in die Endothelzellen der Chorioidea sowohl als der den Suprachorioidalraum abtheilenden Lamellen übergehen. Der Uebergang ist unzweifelhaft. Vorn andererseits hängen die fraglichen Zellen direct mit den zwischen den Fasern des Grenzringes gelegenen Zellen zusammen. Demnach gehen die Zellen der Chorioidea, des Grenzringes und des zwischen diesen beiden liegenden Bezirkes unmittelbar in einander über. Wie bereits erwähnt, befinden sich die Complexe der in Rede stehenden Zellen und die Mengen der Muskelfasern in einem umgekehrten Verhältniss und scheinen in räumlicher Ausdehnung einander gleichsam zu vertreten.

Beim Löwen ist der Ciliarmuskel ungemein stark entwickelt. Vor der Chorioidea beginnend zieht derselbe, indem er schnell an Breite zunimmt, in Form eines compacten Muskelbündels, das fast gar kein Bindegewebe enthält, nach vorn. Am hinteren Ende des Annulus ciliaris angelangt, zerfällt er in einzelne Fasern, wie man es auf Figur 6 sieht. Die äusseren Fasern setzen sich an die Sclera an, die mittleren dringen in das Filzwerk ein, welches im hinteren Abschnitte des Annulus ciliaris gelegen ist, und endigen daselbst, wie bereits oben angegeben wurde. Das innerste Köpfchen des Muskels zieht in Gestalt eines ziemlich dicken Bündels nach der Grundplatte des Corpus ciliare und endigt am Ciliarrand der Iris. Die Länge des gesammten Muskels beträgt bis 9 mm. Eine ähnliche Einrichtung wie beim Löwen besitzt der Ciliarmuskel bei Felis guttata und bei der Katze; bei der letzteren freilich hat Alles geringere Dimensionen. Beim Seehunde ist, wie auf der beigegebenen Figur zu sehen, der Muskel weit hinten gelegen und ziemlich schwach entwickelt. In seinem hinteren Theile befinden sich Fasern, die fast ausschliesslich in meridionaler Richtung verlaufen, in seinem vorderen Theile gesellen sich zu diesen solche Bündel hinzu, die in circulärer Richtung verlaufen. Bei der Fischotter verlaufen die Muskelfasern ausschliesslich in meridionaler Richtung und gehen, wie auf Figur 8 zu sehen, direct in die Bindegewebsbalken des Annulus ciliaris über.

Iris.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die Iris bei allen von mir untersuchten Thieren im Einzelnen zu beschreiben. Ich will nur die streitigen und bis jetzt noch nicht aufgeklärten Fragen berühren. Im Vordergrunde steht in dieser Beziehung diejenige Partie der Iris, die unmittelbar vor der Pars epiblastica iridis liegt und den Namen der hinteren Begrenzungshaut, der Bruch'schen Membran u. s. w. trägt. Bekanntlich betheiligen sich an der Beschreibung dieser Partie viele Autoritäten in der Histologie, allein bis zur Stunde ist es nicht festgestellt, was für einen Bau die hintere Begrenzungshaut habe, und welches ihre Bedeutung für das Auge sei. Während die Einen (Henle, Iwanoff, Merkel u. A.) annehmen, dass in die Zusammensetzung dieser Membran glatte Muskelelemente eingehen, die in radiärer Richtung verlaufen und somit einen Dilatator pupillae darstellen, leugnen die Andern vollkommen die muskuläre Natur jener Gebilde. Henle[1]) sagt, dass die hintere Begrenzungshaut aus einer dünnen Muskelfaserschicht bestehe, die sich vom Ciliarrande der Iris bis zum Pupillarrande erstrecke. Iwanoff und Jeropheeff[2]) beschreiben einfach eine Muskelfaserschicht vor dem Pigmentepithel ohne nur mit einem Worte der hinteren Begrenzungshaut zu erwähnen. Für muskulär sieht diese Partie auch Merkel[3]) an. Andere Autoren, in erster Linie Grünhagen[4]) und nach ihm Schwalbe[5]) und Koganeï[6]), äussern eine ganz entgegengesetzte Ansicht — sie stellen einen Dilatator pupillae vollkommen in Abrede. Das Wesentliche, was die Autoren der letzten Kategorie betonen, ist, dass die hintere Begrenzungshaut gar keine Kerne und auch gar keine zelligen Elemente besitze. Nach Schwalbe besteht diese Haut aus dünnen starren Fasern. Die Kerne, die in Verbindung mit derselben bei der Betrachtung von der Fläche zu sehen sind, liegen nicht in der Haut, sondern hinter derselben und gehören

1) Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen.

2) Stricker's Handbuch. 1871. — Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Graefe und Saemisch. Bd. I. 1874.

3) Die Muskulatur der menschlichen Iris. Rostock. 1873.

5) Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 1883.

6) Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXV. 1885.

der vorderen Schicht der Pars iridica retinae an. Einzelne Muskelfasern liegen vor der Haut. Schliesslich, fügt der Autor hinzu, sei die Dicke der letzteren viel geringer als eine einzige Muskelzelle. Koganeï meint, dass die hintere Begrenzungshaut nicht muskulös, sondern eine aus eigenthümlichen, durch eine Kittsubstanz zusammengehaltenen Fasern bestehende Haut ohne Kerne und ohne jedwelche zellige Structur sei. Die Mehrzahl der Forscher, welche die in Rede stehende Haut für kernlos halten, hat bei der Untersuchung die Methode der Isolation benutzt, welche darin besteht, dass die Haut mittelst Pincette abgelöst und mittelst Pinsels von der hinteren Pigmentschicht befreit wird. Demgegenüber stützen sich meine Angaben wesentlich auf Schnitte, in erster Linie auf Radiärschnitte, aber auch in ausgiebiger Weise auf quere und endlich zum Theil auf Flächenschnitte. Behufs Herstellung feiner Schnitte wurde die Iris in Celloidin eingebettet, wobei zum Zwecke einer bequemeren Anfertigung von Flächenschnitten folgende Methode in Anwendung kam. Die Iris wurde in bekannter Weise zunächst mit dünnem und darauf mit dickem Celloidin durchtränkt. Dann in einem Tropfen der letzteren Lösung auf ein Plättchen trockenen Celloidins (wie solches im Handel vorhanden ist) gebracht und von oben mit einem ähnlichen Plättchen zugedeckt. Das Gewicht des oberen Plättchens oder der leiseste Druck genügt, um der Iris eine vollkommen flache Gestalt zu verleihen. Alles zusammen wurde, im Nothfalle an ein Korkstückchen angeklebt, in Zweidrittelalkohol (2 Theile 95procentigen Alkohols und 1 Theil Wasser) gebracht. Aus einer auf diese Weise behandelten Iris kann man Serien von Schnitten herstellen, die nicht mehr als $^1/_{10}$ mm dick sind. Das nach hinten gelegene Pigmentepithel wurde in der Mehrzahl der Fälle nicht vorher beseitigt, sondern nachträglich durch einen Flächenschnitt entfernt, so dass sein Verhältniss zu den nach vorn gelegenen Theilen deutlich zu sehen war. Die in Celloidin eingeschlossenen Schnitte werden mit Eosin und Haematoxylin gefärbt.

Bei zwei Säugethieren, beim Seehunde und bei der Fischotter, ist das Vorhandensein eines Dilatators unzweifelhaft; bei der Fischotter hat ihn schon Koganeï beschrieben. Beim Seehunde besitzt er eine bedeutende Dicke, beginnt am Ciliarrande der Iris als schmales Bündel, erreicht die Höhe seiner Entwickelung in der Mitte und endigt nicht weit vom Pupillarrand. Wie wir weiter

unten sehen werden, ist für die Iris beider Thiere ausserdem eine starke Entwickelung des Sphincters charakteristisch. Diese zwei Muskeln mit ihren Gefässen und Nerven nehmen fast die ganze Dicke der Iris für sich in Anspruch und lassen nur wenig Raum für das Stroma.

Anlangend die Iris des Menschen, so wollen wir mit Radiärschnitten beginnen. In solchen liegt unmittelbar vor dem zweischichtigen Epithel eine scharf begrenzte Schicht, die sich vom Ciliarrande bis zum Pupillarrand erstreckt und sich mit Eosin hellrosa färbt. Die Dicke dieser Schicht ist nicht überall gleich; gewöhnlich nimmt sie ungefähr gegen die Mitte hin zu, erreicht 0,02 mm und nimmt gegen die Ränder hin ab. Schon eine oberflächliche Betrachtung von mit Eosin und Haematoxylin behandelten Präparaten genügt, um sich zu überzeugen, dass jene Schicht eine radiäre Streifung darbietet und zahlreiche längliche Kerne enthält. Die letzteren sind allenthalben zerstreut, stellenweise aber auch zu Gruppen vereinigt, so dass man im Inneren der Membran in der Richtung von hinten nach vorn bis zu sechs Reihen von Kernen zu zählen vermag. Solche Bilder machen es unzweifelhaft, dass erstens die Kerne in der Substanz der Membran selbst und nicht ausserhalb der letzteren gelagert sind und dass zweitens diese Membran entgegen Schwalbe's Ansicht viel dicker ist als eine einzelne Muskelzelle. Verfolgt man die Schicht gegen den Pupillarrand hin, so kann man wahrnehmen, dass ihre Fasern mit der Annäherung an den Sphincter sammt den in ihnen enthaltenen Kernen fächerförmig auseinanderfahren und in den Sphincter übergehen, wie dies auf Figur 13 zu sehen ist, wo sp die Fasern des quer durchschnittenen Sphincters, b — die gestreifte hintere Begrenzungshaut mit ihren Kernen und ihren fächerförmigen in den Sphincter übergehenden Fasern bedeutet.

Flächenschnitte zeigen deutlicher, dass die ganze Haut aus feinen scharf contourirten Fäserchen besteht, die sich leicht isoliren und gut mit Eosin färben lassen. Kurz es sind die Fäserchen, die Schwalbe und Koganeï genau beschrieben haben, und denen der letztere eine mittlere Stellung zwischen Bindegewebe und elastischen Fasern anwies. Allein während diese beiden Autoren behaupten, dass die Haut lediglich aus solchen Fäserchen bestehe, muss ich entschieden betonen, dass man an Flächenschnitten ebenso wie an Radiärschnitten zwischen den Fäserchen

längliche Kerne wahrzunehmen vermag. Stellenweise sammeln sich diese Kerne zu Gruppen und bilden lange Züge. Querschnitte endlich ergänzen das Bild: der Hauptbestandtheil der hinteren Begrenzungshaut sind scharf contourirte Punkte, von denen jeder einen Querschnitt der mehrerwähnten Fäserchen repräsentirt. Zwischen den Punkten liegen grosse Kerne; jeder Kern ist von einem Saum umgeben, welcher sich mit Eosin schwächer färbt als das übrige Gewebe. Sehr demonstrativ sind Präparate, in welchen aus irgend einem Grunde die Pars epiblastica sich vom darunter liegenden Gewebe abgehoben hat; an solchen Präparaten, seien es Radiär- oder Querschnitte, kann man sich sehr leicht überzeugen, dass die Kerne in der hinteren Begrenzungshaut liegen und ihr selbst angehören, nicht den Zellen der abgehobenen Pars epiblastica. An Querschnitten kann man bemerken, dass jene Haut keine fortlaufenden Contouren besitzt und sich nicht scharf vom Stroma der Iris abgrenzt; stellenweise lässt sich auch wahrnehmen, dass aus dem letzteren in die hintere Begrenzungshaut Bindegewebsfasern hineindringen, die das Gewebe derselben in gesonderte Bezirke eintheilen. Hieraus folgt, dass die in Rede stehende Schicht sich nicht wie eine Membran im wahren Sinne verhält, sondern wie eine Schicht eigenthümlicher, radiär verlaufender Fasern, die durch Bindegewebe in einzelne Bündel geschieden ist.

Wenn man schon beim Menschen, wo die hintere Begrenzungsschicht relativ ziemlich dünn ist, deutlich sieht, dass die Kerne in dieser Schicht selbst und nicht ausserhalb der letzteren gelegen sind, so überzeugt man sich davon noch leichter an der Iris solcher Thiere, bei welchen die fragliche Schicht gut entwickelt ist. In der Beziehung nimmt die Iris von Repräsentanten aus der Familie der Felinae, besonders die des Löwen und die von Felis guttata, ein hohes Interesse in Anspruch. Bei den zuletzt genannten zwei Thieren erreicht die hintere Begrenzungsschicht die Höhe ihrer Entwickelung. Auf Radiärschnitten zeigt sie in verschiedenen Partien der Iris eine verschiedene Dicke. Am dicksten ist sie in der Mitte und misst hier unter Umständen bis 0,1 mm. Nach den Rändern zu wird sie dünner. Am Pupillarrand angelangt, legt sie sich hinter den Sphincter. An Radiärschnitten sowohl als an Quer- und Flächenschnitten kann man sich leicht überzeugen, dass die Hauptmasse der hinteren Begrenzungsschicht auch hier aus eigenthümlichen feinsten Fäserchen, die in radiärer Richtung ver-

laufen, besteht. An denselben Schnitten sieht man auch, dass in der Schicht zahlreiche Kerne enthalten sind, die auf Radiär- und Flächenschnitten eine längliche, auf Querschnitten eine runde Form besitzen. Querschnitte lehren ferner, dass die hintere Begrenzungsschicht erstens nicht in einer Ebene verläuft, sondern den Falten der hinteren Irisfläche folgt, und zweitens durch Bindegewebsbündel, welche vom Stroma der Iris ausgehen, in getrennte Bezirke eingetheilt wird. Die beigegebene Fig. 14 stellt die hintere Partie der Iris des Löwen im Querschnitt dar. Man sieht, dass die hintere Begrenzungsschicht eine Falte der hinteren Irisfläche wiederholt. Die Schicht selbst besteht im Allgemeinen aus kleinsten Punkten, die Querschnitte von Fasern repräsentiren; zwischen denselben liegen runde Kerne. Bei b sieht man die zwei Schichten von Pigmentzellen der Pars epiblastica iridis. Es ist also unzweifelhaft, dass beim Löwen sowohl als beim Menschen in der hinteren Begrenzungsschicht längliche Kerne enthalten sind. Nicht so leicht lässt sich entscheiden, zu was diese Kerne gehören. Studirt man indessen feinste Radiär- und Flächenschnitte, so überzeugt man sich, dass jeder längliche Kern in einer spindelförmigen Zelle mit zugespitzten Enden sitzt. Weil diese Zellen innig den früher beschriebenen Fasern anliegen, so lassen sie sich an Radiärschnitten ziemlich schwer einzeln beobachten. Am leichtesten gelingt dies in der Nähe des Sphincters, wo die Fasern mit den dazwischen gelegenen länglichen Kernen fächerförmig dem letzteren zustreben, so dass Fasern und Zellen nicht mehr so innig einander anliegen. Was die Frage nach der Art dieser Zellen anbetrifft, so erlauben die spindelförmige Gestalt und der längliche Kern, sie als glatte Muskelfasern, von denen sie sich morphologisch durch nichts unterscheiden lassen, anzusprechen. Am besten überzeugt man sich davon an Flächenschnitten, die zugleich die hintere Begrenzungsschicht und den Sphincter getroffen haben. Wenn manche Autoren behaupten, dass im Allgemeinen an Querschnitten sowohl als an Radiär- und Flächenschnitten die hintere Begrenzungsschicht ihrem Nachbar, dem Sphincter, nicht ähnlich sieht, so ist hierin nichts Wunderbares, da der Sphincter lediglich aus Muskelfasern besteht, während in der hinteren Begrenzungsschicht, abgesehen von Muskelelementen, eigenthümliche Fasern, die unter Umständen ihren Hauptbestandtheil ausmachen, enthalten sind. Es ist ferner zu bemerken, dass die Menge der in der hinteren Be-

grenzungsschicht enthaltenen Zellen bei Weitem nicht dieselbe ist in verschiedenen Fällen. Manchmal ist sie grösser, manchmal geringer.

Aus allem Obigen lassen sich, wie mir scheint, folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Membrana Bruchii autorum oder die hintere Begrenzungshaut ist keine kernlose Membran, sondern eine Schicht von eigenthümlichen Fasern mit dazwischen eingelagerten länglichen Kernen.

2) Die Kerne gehören zu Zellen, welche alle morphologischen Eigenschaften glatter Muskelfasern haben.

3) Nur in der hinteren Begrenzungshaut liegen Muskelfasern (natürlich abgesehen vom Sphincter); sonst nirgends, weder vor der Bruch'schen Schicht noch im Innern des Stromas.

Wie bereits oben erwähnt, existirt bei zwei von mir untersuchten Thieren, beim Seehunde und bei der Fischotter, ein unzweifelhafter Dilatator; bei beiden beginnt er in Gestalt eines dicken Bündels am Ciliarrand und zieht, wie aus Fig. 7 und 8 ersichtlich, allmählich schmäler werdend, bis dicht an den Pupillarrand der Iris. Er stellt ein Bündel glatter Muskelfasern dar, die innig einander anliegen und fast gar kein Bindegewebe zwischen sich enthalten. Bei beiden Thieren erreicht ausserdem der Sphincter ganz colossale Dimensionen. Beim Seehunde beginnt derselbe dicht am Pupillarrand und erstreckt sich fast über die gesammte Iris, hört indessen etwas früher auf als der Dilatator. Beide Muskeln, der Dilatator sowohl als der Sphincter, nehmen fast die ganze Iris für sich in Anspruch, so dass für das Stroma fast gar kein Raum übrig bleibt. Beide sind von zahlreichen Pigmentzellen vollkommen durchsetzt. Bemerkenswerth ist noch ferner, dass bei beiden Thieren gar keine hintere Begrenzungsschicht existirt, oder anders ausgedrückt, dass die hintere Begrenzungsschicht ausschliesslich aus Muskelfasern besteht ohne Beimengung des eigenthümlichen Gewebes, welches beim Menschen und bei anderen Thieren vorhanden ist. Für den Seehund ist noch die Thatsache charakteristisch, dass die grossen Gefässe und Nerven nicht in der Iris liegen, wie bei anderen Thieren, sondern vor die vordere Fläche verlegt sind und von der vorderen Kammer nur durch eine Pigment- und Endothelschicht geschieden sind. Die Arterie des Circulus iridis major schiebt sich sogar in die vordere

Kammer hinein, wie man dies auf Fig. 7 abgebildet sieht. Ausserdem inseriren sich an der vorderen Irisfläche, wie bereits oben angegeben, die vorderen Balken des Annulus ciliaris bulbi.

Endlich will ich noch mit einigen Worten der sog. Stromazellen, wie sie Koganeï bezeichnet, gedenken. Dieselben haben eine sehr verschiedene Grösse und Form bei verschiedenen Thieren. Beim Menschen sind sie länglich, ausgezogen, zuweilen verästelt oder spinnenförmig. In dunklen Augen enthalten die Zellen eine wechselnde Menge Pigment. Solche Pigmentzellen sind entweder gleichmässig über die ganze Iris zerstreut oder zu Häufchen gruppirt. Auf Quer- und Radiärschnitten besitzt ein derartiger Fleck die Gestalt eines Kegels, dessen Basis an die vordere Irisfläche stösst, dessen Scheitel verschieden weit in das Irisstroma hineindringt. Bei näherer Untersuchung stellt es sich heraus, dass der Kegel aus einer Ansammlung dicht einander anliegender Pigmentzellen zusammengesetzt ist. Bei Cynocephalus mormon gewinnen die pigmentirten Stromazellen riesige Dimensionen und sind dabei ausserordentlich dünn, so dass sie wie Pigmentfäden aussehen. Jede Zelle enthält ungefähr in ihrer Mitte einen Kern. Die Länge der Zellen beträgt bis 0,25 mm. Dieselben sind in radiärer Richtung angeordnet, so dass sie auf Querschnitten die Gestalt kleiner pigmentirter kreisförmig begrenzter Figuren besitzen. Die Iris von Repräsentanten aus der Gattung der Felinae enthält zahlreiche Zellen, die mit gelbem Pigment ausgefüllt sind. Koganeï bezeichnet bei Katzen diese Zellen als Tapetalzellen und sagt, dass in ihre Zusammensetzung starre gelblich glänzende Fäserchen eingehen. Solche Pigmentfäserchen konnte ich weder bei der Katze noch beim Löwen wahrnehmen. Sämmtliche Zellen sind einfach von Pigmentkörnern ausgefüllt, die aber ohne alle Ordnung daliegen. Diese Zellen besitzen alle möglichen Formen, und es kommt ihnen nach Koganeï, dem ich mich auch anschliesse, das Vermögen sich zu contrahiren zu, worauf eben die mannigfaltigen Gestalten beruhen. Unter Umständen sieht man zwei runde Zellen durch eine feine Brücke mit einander verbunden; diese Bilder scheinen auf eine Theilung der Pigmentzellen hinzuweisen. Interessant ist die Vertheilung der in Rede stehenden Zellen: sie liegen ohne alle Ordnung in sämmtlichen Abschnitten des Stroma, nur vorn, unmittelbar hinter dem vorderen Endothel, gruppiren sie sich, dicht an einander gelagert, in eine Reihe und stellen auf diese Weise

hinter dem Endothel eine vollkommen regelmässige Schicht von Pigmentzellen dar. Mit dem Endothel sind sie fest verklebt, wie daraus zu schliessen, dass gewöhnlich mit der Ablösung des letztern auch die Schicht der Pigmentzellen abgelöst wird. Unmittelbar dahinter ist das Bindegewebsstroma dicht. Die beigegebene Fig. 15 stellt die vordere Partie der Katzeniris im Radiärdurchschnitt dar. E — das vordere Endothel, p — die einschichtige Reihe der Pigmentzellen, S — Stroma. Auf Fig. 16, welche einen Flächenschnitt durch die Vorderfläche der Löweniris darstellt, sind die Pigmentzellen von der Fläche zu sehen.

Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet Herrn Dr. Hans Virchow noch einmal meinen Dank für das reichhaltige Material, das er mir zur Verfügung gestellt hat, auszusprechen, und dann meiner Anerkennung für die rege Theilnahme, die er meinen Arbeiten gewidmet, Ausdruck zu geben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel X u. XI.

Auf allen Abbildungen bedeutet I = Iris, D = die Descemet'sche Haut, C = Cornea, M = Musculus ciliaris.

Fig. 1. Meridionalschnitt aus dem vorderen Augenabschnitte von Antilope damalis. Die Conturen sind mit Hilfe des Embryographen gezeichnet. Vergr. 30.

Fig. 2. Querschnitt aus dem Annulus ciliaris bulbi, durch die Irisfortsätze gehend. Cervus Alces. Vergr. 300.

Fig. 3. Längsschnitt durch den Circularring. Cervus Alces. a Bündel elastischer Fasern, b Zellen dazwischen. Vergr. 300.

Fig. 4. Meridionalschnitt aus dem vorderen Augenabschnitt vom Gnu. Embryograph. Vergr. 30.

Fig. 5. Meridionalschnitt aus dem vorderen Augenabschnitt des Büffels. Vergr. 200.

Fig. 6. Meridionalschnitt aus dem vorderen Augenabschnitt des Löwen. Embryograph. Vergr. 15.

Fig. 7. Meridionalschnitt aus dem vorderen Augenabschnitt des Seehundes. Sp. Sphincter pupillae, Dp. Dilatator pupillae. Embryograph. Vergr. 7,5.

Fig. 8. Dasselbe von der Fischotter. Embryograph. Vergr. 30.
Fig. 9. Dasselbe von Macacus. Embryograph. Vergr. 25.
Fig. 10. Dasselbe von Cervus Alces. Embryograph. Vergr. 30.
Fig. 11. Dasselbe von Cervus Alces. Embryograph. Vergr. 300.
Fig. 12. Schnitt aus dem Annulus ciliaris bulbi. Cervus Alces. A. Vergr. 60. B. Vergr. 300.
Fig. 12A. Querschnitt aus dem hinter dem Wulste gelegenen Abschnitt des Corpus ciliare vom Fettschwanzschaf. B. Die Partie ch aus A, stärker vergrössert.
Fig. 13. Radiärer Schnitt durch die menschliche Iris.
Fig. 14. Querschnitt durch den hinteren Theil der Iris des Löwen.
Fig. 15. Querschnitt durch den vorderen Theil der Iris der Katze.
Fig. 16. Flächenschnitt durch die Pigmentzellenlage an der Vorderseite der Iris des Löwen.

Vergleichend anatomische Studien über den Accommodationsapparat des Vogelauges.

Von

William B. Canfield M. D.
aus Baltimore U. St. A.

Hierzu Tafel XII, XIII u. XIV.

Das Vogelauge nimmt ein hervorragendes Interesse deswegen in Anspruch, weil in ihm das Wirbelthierauge, wenigstens in einigen Beziehungen, seine höchste Entwickelung erreicht. Daher ist es auch seit Langem der Gegenstand von Beobachtungen und zum Theil ziemlich eingehenden Beobachtungen gewesen.

Es sind auch in Folge dessen die Charaktere genügend bekannt, welche das Vogelauge gegenüber dem allgemeinen Typus des Wirbelthierauges und speciell des Säugethierauges unterscheiden. Aber es ist noch das Bedürfniss vorhanden, eine Kennt-

niss von einer grösseren Zahl von Vogelaugen zu gewinnen, welche als Grundlage ebensowohl für vergleichend morphologische wie für vergleichend physiologische Betrachtungen dienen kann; für erstere insofern, als dadurch eine Kenntniss derjenigen Entwickelungsstufen hergestellt wird, welche bis zu dem Vogelauge in seiner specifischen Ausbreitung hinführt; für letztere, indem durch die Beobachtung der Variation in den einzelnen Elementen des Baues das Urtheil über die Leistungen der einzelnen Factoren innerhalb der Gesammtleistung geschärft wird.

Ohne Zweifel ist es der Accommodationsapparat des Vogelauges, der einen besonderen Vorzug dieses Auges bildet und die hier vorliegenden Untersuchungen beschränken sich auf diesen Abschnitt.

Was eine erneute Untersuchung gerade dieser Theile wünschenswerth macht, ist zugleich der Umstand, dass die verbesserten Methoden es möglich machen. topographisch richtige Bilder zu erhalten. Diese Methoden, unter denen besonders die sorgfältigere Erhärtung, die Einbettung in Celloidin und die Trockenpräparate nach Semper und Frédéricq zu erwähnen sind, gestatten nämlich, Präparate herzustellen, an denen einerseits die in der Consistenz so verschiedenen Bestandtheile des betreffenden Abschnittes in topographischer Lage erhalten sind. und an denen andrerseits manche Einzelheiten schärfer hervortreten.

Die Theile, deren Kenntniss dadurch besonders gewinnt, sind:

a) Der Fontana'sche Raum, b) der Petit'sche Raum, c) die Lage der Falten zum Linsenäquator, d) die Faltenform.

Das Material zu dieser Arbeit stammt zum Theil aus Brasilien und wurde dort von Herrn Dr. Ehrenreich frisch in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt und nach längerer Behandlung mit diesem Reagenz in Spiritus übertragen.

Die Bestimmung der Vogelarten rührt von Herrn Ehrenreich her. Diese Augen so wie einige andere, welche aus dem Berliner zoologischen Garten stammten, wurden mir von Herrn H. Virchow zur Untersuchung überlassen. Der Rest ist leicht zu beschaffenden Vögeln entnommen.

Die Augen wurden wesentlich nach denselben Principien behandelt. Sie wurden in Müller'scher Flüssigkeit fixirt und in Alcohol erhärtet. Als Entkalkungsflüssigkeiten wurden benutzt:

Pikrinsäure (gesättigte Lösung), Chromsäure, Salpetersäure 2%.

Die Augen wurden nachher in Celloidin nach der von Czermak[1]) beschriebenen Weise eingebettet, geschnitten, mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Die angeführten Messungen der Augen sind manchmal an frischen Augen, manchmal nach der Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Alcohol gemacht worden, und wenn auch nicht behauptet werden kann, dass die Maasse durchaus den der lebenden Augen entsprechen, so waren doch die Augen in ihrer Form wohl erhalten, so dass die Zahlen immerhin beanspruchen können, zur Grundlage einer vergleichenden Betrachtung zu dienen.

Die specifischen Merkmale des Accommodationsapparates der Vögel kann man finden an

1) der Hornhautkrümmung, 2) der vorderen Augenkammer, 3) der Linse, 4) der Sclera, 5) dem Ciliarmuskel, 6) dem Fontana'schen Raume, 7) den Faltenformen, 8) der Iris und Pupille, 9) dem Petit'schen Raume.

1) Die Vögel, besonders die Nachtraubvögel, besitzen eine stark gekrümmte Hornhaut. Der senkrechte Durchmesser ist gleich dem horizontalen. Die beiden Durchmesser der Hornhaut haben dieselbe Länge.

Die Cornea propria ist im Vergleich mit der Grösse des Auges dünn; ebenso die Descemet'sche Haut.

An der Stelle, wo sich die Hornhaut an die Sclera ansetzt, ist ein pigmentirter Saum vorhanden, der bei allen Vögeln mehr oder weniger markirt ist.

2) Die vordere Kammer ist tief.

3) Was die Form der Linse anbelangt, so ist der Krümmungsradius der Vorderfläche ebenso wie bei den Säugethieren grösser wie der der Hinterfläche. Nach Leuckart[2]) verhält sich die Achse zum Querdurchmesser der Linse wie 1 zu 1,35; nur die Nachtraubvögel haben eine dicke und gewölbte Linse, und wie Sömmering constatirt hat, sind die Radien der vordern und hintern Fläche der Linse von Strix bubo fast gleich.

Eine besondere Eigenthümlichkeit, welche allerdings die Vögel

1) Czermak, Archiv f. Ophthalm. Bd. XXX.

2) Leuckart, Handbuch d. gesammt. Augenheilkunde. Bd. II. 1. Hälfte.

3) Sömmering, De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio Goettingae MDCCCXVIII.

mit den Reptilien theilen, bilden die sogenannten Radiärfasern, die zuerst von Treviranus[4]) gesehen und später von H. Müller[5]), Kölliker[6]) und besonders von Henle[7]) in seiner Monographie über die Krystalllinse beschrieben sind.

4) Die Sclera des Vogelauges ist in dem uns beschäftigenden, d. h. vorderen oder distalen Abschnitte (der immer als Zwischenstück bezeichnet werden soll) sehr complicirt gestaltet; während sie hinten dünn und durch eine Knorpelschale ausgestattet ist, wird sie vorn, soweit sie dem Accommodationsapparate zur Stütze dient, dicker und durch eine Knochenplatte verstärkt. Diese Knorpelschale reicht nach vorn bis in die Gegend der Knochenplatte, ohne aber mit ihr in Verbindung zu treten. Sie endigt vielmehr an deren innerer Seite, durch eine Schicht fibrösen Gewebes von ihr getrennt. Das fibröse Gewebe der Sclera ist in dieser Gegend aus verschieden gerichteten Faserzügen zusammengesetzt, über welche Genaueres weiter unten bei den einzelnen Augen mitgetheilt werden soll. Den Theil, welcher an der Aussenseite des Ciliarmuskels liegt, benennt Donders[8]) „äussere Scleraplatte". Eine besondere Complication erfährt das Zwischenstück an der inneren Fläche. An der Hornhautscleragrenze nämlich findet man eine ringförmige Verdickung, welche von H. Müller[5]) als „Wulst" bezeichnet worden ist. Sie giebt zugleich die Stelle an, wo der Fontana'sche Raum sein vorderes Ende findet. Von diesem Wulst nach hinten setzt sich das Scleragewebe in Form einer Platte („innere Scleraplatte" nach Donders[8])) fort, welche zu einer mehr oder weniger vollkommenen Abgrenzung einer Nische führt, in welcher der Ciliarmuskel seinen Platz hat. Der Knochenring der Sclera besteht aus 15—30 kleinen Schuppen oder Knochenplatten, die sich dachziegelartig übereinander legen. Der Knochenring ist in der Weise in der Sclera eingebettet, dass seine äussere Seite nur durch eine dünne Schicht von fibrösem Gewebe bedeckt wird, sein hinterer Theil in den Bereich der Knor-

4) Treviranus, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge. Bremen 1828.

5) H. Müller, Gesammelte Schriften.

6) Kölliker, Mikr. Anat. II. 643.

7) Henle.

8) Donders, Onderzoekingen. Jaa g. VI. Anteeken. Secti vergr. Utr. Genootschap. 1854.

pelschale reicht und sein vorderer Rand etwas von der Hornhautscleragrenze entfernt bleibt. Die Knochenplatten sind entweder von compactem Bau wie bei den kleineren Augen, oder sie enthalten Markräume. Die Anwesenheit dieser Markräume scheint von der Grösse des Auges allein abzuhängen. Diese compacten Platten decken sich, so dass ein meridionaler Schnitt häufig zwei derselben trifft. Bei den grösseren Augen liegen die Platten meist so weit auf einander, dass auf einem Durchschnitt gewöhnlich nur eine gesehen wird. Nach Nuel und Hosch[9]) ist der Knochenring bei den Raubvögeln ein einziges Knochenstück. Ich finde aber bei sämmtlichen untersuchten Augen, dass der Knochenring immer aus den oben beschriebenen Knochenplatten besteht; und obgleich diese durch fibröses Scleragewebe in steter Verbindung bleiben, selbst wenn sie vom Auge entfernt worden sind, bilden sie doch nach meiner Erfahrung in keinem Falle ein einziges Knochenstück.

Der Ciliarmuskel des Vogelauges ist nicht so sehr durch Dicke wie durch Länge ausgezeichnet. Er beginnt vorn etwas unter der Hornhautscleragrenze und reicht bis an den Anfang der Chorioidea. (Von den Muskelfasern, die man im Bereich der Chorioidea findet [v. Wittich[10]), H. Müller[5])] ist in der vorliegenden Arbeit nicht die Rede.) Indem die innere Scleraplatte sich von dem Sclerawulst aus nach hinten zwischen den Ciliarmuskel und den Fontana'schen Raum hineinschiebt, wird der Muskel, wenigstens in seinem vorderen Abschnitt auch auf seiner Innenseite von Scleralgewebe begrenzt, so dass er grösstentheils von der Sclera umschlossen ist, in einem vorn abgeschlossenen, hinten offenen Raum der Sclera liegt, welcher im Folgenden als „Muskelnische“ (oder „Scleranische“) bezeichnet wird. Die Beziehung des Muskels zu diesen Theilen ist, wie schon in früheren Darstellungen (H. Müller[5]), Leuckart[2])) hervorgehoben wurde, für die Frage der Funktion von grösster Bedeutung. Bekanntlich werden an dem Muskel drei Abschnitte, der Crampton'sche, der Müller'sche und der Brücke'sche unterschieden. Die vordere und innere Fläche der Muskelnische dient als Ansatzfläche für die zwei ersten

---

9) P. Nuel und Fr. Hosch, Untersuchungen über den Ciliarmuskel des Vogelauges in „Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. II. Reeks, 8 Deel. Amsterdam 1874.“

10) v. Wittich, Archiv f. Ophthalm. II. Bd. I.

Abschnitte des Muskels. Der Crampton'sche fängt am vordern Ende der Muskelnische an und setzt sich an die Sclera an, indem die vordersten Fasern gewöhnlich kurz sind und von innen nach aussen verlaufen, die hinteren dagegen länger werden, um sich der Sclerakrümmung anzupassen. Der Müller'sche Theil entspringt von der inneren Fläche der Hornhautnische hinter dem erstgenannten Muskel und verläuft parallel mit der Scleraoberfläche, um sich an die Chorioidea zu befestigen. Der hinten gelegene Brücke-sche Theil nimmt seinen Ursprung in der Sclera gleich hinter dem Ansatzpunkte des Crampton'schen Theiles und verläuft nach hinten, um sich gleichfalls in die Chorioidea zu inseriren. Gegenüber dieser Eintheilung hat es nicht an Autoren gefehlt, welche die Trennung in drei Abschnitte für eine unnatürliche und durch den anatomischen Bau nicht gerechtfertigte angesehen haben. Was ich mit Rücksicht auf diese Frage mittheilen kann, soll ausführlich bei der Beschreibung der einzelnen Augen angegeben werden. Für die topographischen Verhältnisse des Muskels ist die Berücksichtigung der Lage des Nerven resp. Nervenplexus von grosser Bedeutung, welcher die Nerven zum Ciliarmuskel und zur Iris enthält. Dieser Nerv resp. Nervenplexus liegt an der Aussenwand des Fontana'schen Raumes resp. Innenwand der Muskelnische, also in derjenigen Fläche, welche den Fontana'schen Raum und die Muskelnische trennt. Er liegt hier etwa in der Mitte der Entfernung vom vorderen bis zum hinteren Winkel des Fontana'schen Raumes und immer ist er von Bindegewebe umhüllt. Indessen lässt sich für seine Beziehung zur inneren Scleraplatte, welche ja die trennende Wand zwischen Muskelnische und Fontana'schem Raume ist, keine allgemein gültige Angabe machen, indem zuweilen der Nerv in der inneren Scleraplatte selbst angetroffen wird, zuweilen aber in der Muskelnische, so dass das eine Mal die Fasern des Ciliarmuskels an seine Aussenseite angrenzen, zuweilen aber auf seiner Aussen- und Innenseite getroffen werden. Diese Unbeständigkeit in den Bildern, die man vom Nerven erhält, bedingt einen grossen Uebelstand für die Berücksichtigung des Ciliarmuskels; vor allen Dingen, wenn seine Lage mit derjenigen Stelle zusammenfällt, an welcher man die einzelnen Partien des Muskels sollte unterscheiden können.

6) Als Fontana'schen Raum bezeichne ich in Uebereinstimmung mit den neueren Arbeiten über den Accommodationsapparat

des Säugethierauges denjenigen Raum, welcher eingenommen ist durch das eigenthümliche Gewebe, welches man nach seinem makroskopischen Aussehen als „Ligamentum pectinatum iridis“ und nach seiner mikroskopischen Structur als Irisfortsätze bezeichnet hat. Obwohl nach den neuen Darstellungen die Natur des Fontana'schen Raumes hinreichend aufgeklärt ist, so ist es doch nützlich sich an die alten Vorstellungen von der Beschaffenheit desselben zu erinnern, weil derselbe sich vielleicht an manchen Stellen noch erhalten hat, oder wenigstens, weil der Name des Fontana'schen Kanales sich aus einer Ansicht erklärt, welche der wahren Natur dieses Raumes nicht entspricht. Nach den alten Vorstellungen existirte ein von Fasern durchzogener, aber doch gegen die vordere Augenkammer abgeschlossener Kanal. Ja Treviranus[4]) wies sogar auf die Möglichkeit einer verschiedenen Füllung dieses Raumes mit Flüssigkeit und den Einfluss dieses Umstandes auf die Stellung der Linse hin. Diese ganze Erörterung ist basirt auf dem Glauben, dass der Fontana'sche Raum ein abgeschlossener Kanal sei, dessen Flüssigkeitsmenge von der Kammerflüssigkeit getrennt sei. Wir wissen jedoch vollkommen deutlich durch die Untersuchungen von H. Müller[5]), Leuckart[2]), Angelucci[11]) u. A., dass zwar in dem Hornhautirismuskel der Vögel, ebenso wie in dem der Säugethiere, Fasern in netzartiger Anordnung existiren, dass jedoch der Raum, den dieselben einnehmen, kein geschlossener Kanal, sondern nur ein Abschnitt der vorderen Augenkammer selbst ist. Es ist daher an Stelle des Namens „Fontana'scher Kanal“, der Ausdruck „Fontana'scher Raum“ oder „faserhaltiger Abschnitt der vorderen Augenkammer“ zu wählen; und das denselben erfüllende Gewebe als Gewebe des Fontana'schen Raumes oder kurz „Fontana'sches Gewebe“ zu bezeichnen.

Bei den Vögeln nun bildet der Fontana'sche Raum stets ein grosses Dreieck, dessen Aussenseite von der inneren Scleraplatte, dessen Innenseite von der Grundplatte des Corpus ciliare gebildet wird, und dessen dritte, vordere kurze Seite mit den vordersten Irisfortsätzen zusammenfällt. Das Fontana'sche Gewebe (Irisfortsätze) ist gerüstartig angeordnet mit gewissen vorwiegenden Richtungen und es ist bei der Mächtigkeit seiner Aus-

11) Angelucci, Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIX. 1881.

bildung und der charakteristischen Textur nicht zu bezweifeln, dass es eine grosse Bedeutung im Accommodationsapparate spielt.

7) Die ciliaren Falten sind im Vogelauge zahlreich, daher dicht gestellt und meistens sehr lang, indem sie in Proportion zu der Entwickelung des gesammten ciliaren Apparates stehen. Sie sind jedoch nicht dick und sind auch, mit ihrer Länge verglichen, niedrig. Ihre Oberfläche ist uneben, da sie von feinen Papillen und Wülsten (Papillae, Gyri) bedeckt ist. Besonders entwickelt sind ihre Spitzen, welche sich gegen die Linse hinstrecken und eine besondere Ausbildung erlangen, um in möglichst ausgedehnte Verbindung mit der Linse zu treten; indem sie die letztere nicht mit einem Punkte, sondern in grösserer Ausdehnung linear berühren, geht die „Spitze" in einen Rand über und die Falte, welche bei Säugethieren ein Dreieck ist, verwandelt sich in eine Figur mit vier Rändern und vier Ecken. Die Differenzen sollen bei den einzelnen Vögeln besprochen werden. H. Virchow[12]) in seiner Beschreibung der Falten des Säugethierauges hat für die drei Ränder und die drei Winkel folgende Bezeichnungen gebraucht: cameraler (faserfreier), Petit'scher (fasertragender), uvealer Rand (Basis); chorioidealer (hinterer, proximaler), iridaler (vorderer, distaler); lentaler Winkel (Spitze). Der Einheitlichkeit wegen werde ich dieselbe Terminologie in meiner Arbeit anwenden, nur mit dem Unterschiede, dass der lentale Winkel, da er sich in einen Rand verwandelt hat, „Linsenrand" genannt werden wird.

Ebenfalls nach der Nomenclatur von H. Virchow[13]) nenne ich die Bindegewebsplatte des Corpus ciliare „Grundplatte".

Die Grundplatte, welche die Basis für alle Falten bildet, ist eine dünne Platte, die etwas dicker an der Iriswurzel ist und die an diesem Punkt reichlichere Faserzüge in die Falten („Faltenstamm" H. Virchow), in die Iris und in das Fontana'sche Gewebe hineinschickt.

8) Ueber die Form der Iris und Pupille geben natürlich Präparate gerade von einem so muskulösen und in seiner Gestalt veränderten Gebilde nur unzuverlässige Resultate; wahrscheinlich wird in der Mehrzahl der Augen namentlich, wenn sie lebenswarm eingelegt sind, die Pupille stark erweitert sein.

12) H. Virchow, Morpholog. Jahrbuch. Bd. XI. p. 439.

13) H. Virchow.

Desswegen muss ich auch vollkommen darauf verzichten, aus der Dicke der Iris und der Weite der Pupille an meinen Schnitten Schlüsse über die entsprechenden Verhältnisse am lebenden Vogel zu machen. Die Iris des Vogelauges ist in solchem Masse mit Muskelfasern ausgestattet, dass sie beinahe als ein durchaus muskulöses Gebilde bezeichnet werden kann. Im Gegensatze dazu ist das Stroma an Masse ausserordentlich reducirt und von einem eigenthümlichen Bau; doch kommen in dem Verhältniss von Muskel und Bindegewebe bedeutende Variationen vor, was im Folgenden speciell berücksichtigt werden wird. Die Blutgefässe sind daneben auch sehr reich entwickelt und von einer specifischen Anordnung, nämlich, wovon ich mich nach injicirten Präparaten des Herrn H. Virchow überzeugt habe, büschelförmig angeordnet.

Einiges Weitere über die Lage der gröberen und feineren Gefässe innerhalb der Irisschichten werde ich weiter unten angeben. Leider aber ist alles, was über diese Gefässe bekannt ist und von mir mitgetheilt werden kann, nicht ausreichend, um eine genügende Kenntniss dieser wichtigen Verhältnisse zu geben. Wenn man die überraschend grossen Differenzen in der Anordnung der Irisgefässe bei Wirbelthieren berücksichtigt, wird es klar, dass zwischen dem Gesammtbau der Iris und dem der Gefässe wichtige Beziehungen bestehen, und dass daher für das Verständniss der Irisfunktion eine Kenntniss der Gefässe nöthig wäre, um so mehr, als auf Grund sehr unvollkommener Kenntnisse sehr weitgehende physiologische Speculationen gemacht worden sind (Faber[14]).

Endlich ist von mir eine bisher ungenügend gekannte Form von eigenthümlichen Zellen in der Iris der Eulenarten gefunden worden, über die ich an geeigneter Stelle sprechen werde. Die zwei Zellenlagen der Pars epiblastica iridis sind manchmal sehr leicht als gesonderte Schichten zu unterscheiden, manchmal dagegen so innig verbunden und von Pigment so stark erfüllt, dass sie auf dem Durchschnitt unter dem Bilde eines einfachen schwarzen Streifens erscheinen. Sie werden weiterhin nur soweit erwähnt werden, als sie etwas Besonderes darbieten.

9) Petit'scher Raum. — Der faltenfreie, d. h. hinter den Falten gelegene Theil des Petit'schen Raumes ist weit und von

---

14) Faber, Der Bau der Iris. Leipzig, Vogel 1876. S. 31.

zarten Fasern dicht erfüllt; ebenso der vordere zwischen den Falten gelegene Abschnitt dieses Raumes. Meine Untersuchungen haben sich jedoch auf diesen Punkt nicht erstreckt, so dass ich weiterhin darauf nur in denjenigen Fällen zurückkommen werde, in welchen sich auf Grund meiner Präparate gezeigt hat, dass durch Ausdehnung der Falten nach hinten der Raum bis an den Glaskörper heran ausgefüllt ist.

Ueber die Anwesenheit des Schlemm'schen Kanales bei den Vögeln scheinen Meinungsverschiedenheiten zu existiren. Angelucci[11]) behauptet ihn gesehen zu haben. Nuel und Hosch[9]) weisen auf die Möglichkeit dieses Kanals hin. Ich habe sehr oft an der Stelle, die dem Schlemm'schen Kanale beim Menschen entspricht, einige Gefässlumina gesehen, die aequatorial verlaufen. Da aber diese Gefässe keine constante Lage hatten, bin ich nicht sicher, ob sie für das Homologon des Schlemm-schen Kanales zu halten sind, und daher werde ich sie nicht weiter erwähnen.

Bei den weiter unten folgenden Beschreibungen der Accommodationsapparate der einzelnen Vögel werde ich besonders folgende Theile in's Auge fassen und zwar hauptsächlich im Sinne der angegebenen Gesichtspunkte: Zwischenstück der Sclera, Ciliarmuskel, Fontana'schen Raum, Falten und Iris. Die übrigen für den Accommodationsapparat wichtigen Verhältnisse werde ich bei den einzelnen Vögeln nicht verfolgen, und ich gebe daher dasjenige, was noch zu bemerken ist, im voraus.

Tabelle I.

		Achse	Senkrechter Durchmesser	Horizontaler Durchmesser	Hornhaut-Durchmesser	Zwischenstück Nasale Seite	Zwischenstück Temporale Seite
Natatores	Aptenodytes demersa	19	24	23.5	9	10.5	9
	Anas domestica	10.5	13.5	13.5	7	4	4
	Anas anser domestica L.	16.5	20	19.5	12	4	4

		Achse	Senkrechter Durchmesser	Horizontaler Durchmesser	Hornhaut-Durchmesser	Zwischenstück Nasale Seite	Zwischenstück Temporale Seite
Grallatores	Ardea egretta	14.5	17.5	17	9.5	5	6.5
	Ardea scapularis	11	13	12.5	7	5	4
Rasores	Phasianus colchicus	10.5	19.5	19.5	8	6	5
	Gallus domesticus	12	17 5	17	9	5	4
	Crax Blumenbachii	21	25	25	14.5	7	5.5
	Meleagris gallopavo	17	22.5	22.5	11	9	9
	Coturnix communis	8.5	10	10	5	3.5	4
Columbinae	Columba domestica	11	14	14	7	3	5.5
Scansores	Ara (species)	15	20	19.5	12	6	6
	Cuculus cayanius	11.5	15	14	8	4	4
Passeres	Cassicus haemorrhous	9.5	12	12	6		
	Crotophaga ani	9.5	12	12	5.5	3	4.5
Raptatores	Buteo vulgaris	23.5	26	27.5	14	7	12.5
	Ictinea plumba	16	18	18	10		
	Glaucidium ferrugineum	13	16.5	15.5	8	6	8
	Noctua cunicularia	18	20	20	13.5	9	12
	Strix flammea	16	16	16	11	4	8
	Strix bubo	38	35	41	25	16.5	20.5
Cursores	Rhea americana	30	34	40	18	12	15

In dieser Tabelle habe ich die genauen Messungen angegeben, so weit das Auge es gestattete. In Fällen, wo die Zahlen fehlen, waren die Formen der Augen nicht genügend erhalten, um das Maass anzuführen.

Der Vergleichung wegen habe ich sodann den senkrechten Durchmesser als 100 gesetzt und die übrigen Maasse darnach bestimmt.

Tabelle II.

		Achse	Senkrechter Durchmesser	Horizontaler Durchmesser	Hornhaut-Durchmesser	Zwischenstück Nasale Seite	Zwischenstück Temporale Seite
Natatores	Aptenodytes demersa	79.1	100	97.9	37.5	43.7	37.5
	Anas domestica	77.7	100	100	51.8	29.6	29.6
	Anas anser domestica L.	82.5	100	97.5	60	20	20
Grallatores	Ardea egretta	82.8	100	97.1	54.2	28.2	37.1
	Ardea scapularis	84.6	100	95.1	53.8	38.4	30.7
Rasores	Phasianus colchicus	53.8	100	100	41	31	25.6
	Gallus domesticus	68.2	100	97.1	51.4	28.2	22.8
	Crax Blumenbachii	84	100	100	58	28	22
	Meleagris gallopavo	75.5	100	100	48.8	40	40
	Coturnix communis	85	100	100	50	35	40
Columbinae	Columba domestica	78.5	100	100	50	21.3	39.2
Scansores	Ara (species)	75	100	97.5	60	30	30
	Cuculus cayanius	76.6	100	93.3	53.3	26.6	26.6
Passeres	Cassicus haemorrhous	79.1	100	100	50	25	
	Crotophaga ani	79.1	100	100	45.8	25	37.5
Raptatores	Buteo vulgaris	90.3	100	105.7	53.4	26.9	48
	Ictinea plumba	88.8	100	100	55.5		
	Glaucidium ferrugineum	78.7	100	93.3	48.4	36.3	48.4
	Noctua cunicularia	90	100	100	67.5	45	60
	Strix flammea	100	100	100	68.7	25	50
	Strix bubo	108.5	100	117.1	71.4	47.1	58.5
Cursores	Rhea americana	88.2	100	117.6	52.9	35.2	44.1

Es stellt sich aus dieser Tabelle heraus, dass die Gleichheit des senkrechten und horizontalen Durchmessers ziemlich streng durchgeführt ist.

Beschreibungen der einzelnen Vögel.

1. Pinguin.

Die Hornhaut beim Pinguin ist im Verhältniss zur Grösse des Auges die kleinste unter allen von mir untersuchten Vögeln, und sie ist auch sehr wenig gewölbt.

Die Lamellen verlaufen mit ungewöhnlicher Regelmässigkeit.

Das Zwischenstück der Sclera ist lang und dick und aussen leicht concav. Die Knochenplatten sind dick und so kurz, dass sie hinten kaum die Knorpelschale überdecken und nach vorn einen knochenfreien Raum lassen, der grösser ist wie die Breite des Knochenrings selbst. Das Zwischenstück ist am vorderen Ende der Knochenplatte am dicksten und an seinem vorderen und hinteren Ende am dünnsten. Der unmittelbar hinter der Hornhautscleragrenze an der Innenseite gelegene Wulst ist nicht breit aber prominirend. Die innere Scleraplatte ist gleichmässig dünn bis zu ihrem Ende. Die Fibrillenbündel der Sclera laufen in den äusseren Lagen meridional parallel der Scleraoberfläche, in den inneren dagegen quer und schräg. Zwischen den grösseren Fibrillenzügen sind elastische Fasern und kleine Faserzüge, welche complicirte Richtungen nehmen.

Die Knochenplatten enthalten kleine Markräume und viel compacte Substanz. In den Markräumen sind Capillaren in schöner netzförmiger Anordnung. In der compacten Substanz sind Blutgefässkanäle enthalten.

Der Ciliarmuskel ist sehr wenig entwickelt und die drei Theile lassen sich nicht unterscheiden.

Der Fontana'sche Raum bildet ein kurzes und breites Dreieck, dessen vordere kamerale Seite circa ein Drittel der beiden anderen Längen ausmacht. Das Gewebe füllt den ganzen Raum aus und seine Fasern sind, verglichen mit denen anderer Vögel, dick. Die vordersten balkenähnlichen Fibrillenbündel greifen weit auf die Vorderfläche der Iris hinauf; das im Innern des Fontana-schen Raumes gelegene Gewebe reicht bis in den hinteren Winkel. Die vorderen Balken enthalten sehr dicht an einander liegende ovale Kerne und scheinen mit den Muskelfasern des Dilatator der Iris zusammenzuhängen, um diesen als Sehne zu dienen.

Die der Linse zugewendeten Abschnitte der Falten sind von zungenförmiger Gestalt mit abgerundeten Spitzen, die sich vor

dem Linsenäquator an die Linse ansetzen. Auf dem Querschnitte gesehen, zeigen sie sich besetzt von seitlichen Anhängen, Wülsten oder Papillen, die jedoch nicht so reichlich sind, wie sonst bei Vögeln.

Die Iris des Pinguins besteht aus einem dicken Pupillartheile und einem noch dickeren Ciliartheile.

Der Spincter ist in der ganzen Breite der Iris vom Pupillar- bis zum Ciliarrande sichtbar, jedoch mit gewissen Abweichungen der Lage und der Faserdicke. Er scheint an der Grenze des äusseren und mittleren Drittels unterbrochen und an der Grenze des inneren und mittleren Drittels spärlich ausgebildet zu sein. In einer schmalen Pupillarzone nimmt der Sphincter die ganze Dicke der Iris ein, lässt aber dann hinten eine allmählich zunehmende Schicht für den Dilatator frei. Er ist jedoch noch in der Mitte der Iris im grössten Theil der Dicke vorhanden und setzt sich in immer weniger deutlicher Weise und durch die gleich zu schildernden Fasern zersprengt, bis zum Ciliarrande fort.

Der Dilatator ist zu verfolgen in Fasern, welche aus dem Sphincter hervorkommen und in der Nähe der hinteren Fläche der Pars mesoblastica im Bogen in eine der Oberfläche parallele Richtung übergehen. Er reicht nicht bis zum Pupillarrande, dagegen sind seine Fasern im Sphincter mindestens bis zur halben Dicke des Muskels zu verfolgen. Der Dilatator ist in schöner Entwickelung und deutlicher Abgrenzung in der Mitte der Irisbreite zu sehen, doch von hier gegen den Ciliarrand hin verwandelt sich sein Aussehen in zunehmender Weise, indem die eine radiäre Faserrichtung in zwei gekreuzte Richtungen aufgelöst wird, welche zuerst nur wenig von der Dilatatorrichtung divergiren, dann aber in der Nähe des Ciliarrandes immer steiler werden, so dass die Fasern zum Theil mehr einen queren, d. h. von der hintern zur vordern Fläche gerichteten, wie einen radiären Verlauf haben. Diese Fasern sind durchflochten und leicht wellig gebogen und so entsteht in der Ciliarzone der Iris ein eigenthümliches von sonstigen Befunden abweichendes Bild der Muskulatur, in welchem ein typischer Dilatator nicht zu finden ist und in welchem auch die quergetroffenen Fasern möglicher Weise dem gekreuzten System angehören können, so dass dann auch ein Sphincter an dieser Stelle fehlen würde. Alle diese Fasern des ciliaren Abschnittes sind dicker wie die des pupillaren Theiles. Zwischen den Muskel-

fasern sind feine Bindegewebefasern und -zellen vorhanden. Um die grossen Nervenstämme und Blutgefässe ist das fibrilläre Bindegewebe sehr stark entwickelt. Ausserdem ist aber an der Oberfläche an der Stelle, wo das Fontana'sche Gewebe sich an die Irisvorderfläche ansetzt, bis zur Grenze der Pupillarzone eine besondere Anhäufung von Bindegewebe, welche mit sternförmigen Pigmentzellen vermischt ist, in Form eines ringförmigen Wulstes vorhanden. Capillargefässe scheinen spärlich zu sein.

2. Ente.

Das Zwischenstück der Sclera ist bei der Ente 3 bis 4 Mal so dick wie die Hornhaut. Es ist am dicksten gerade am vorderen Rand des Knochenringes. Es enthält in seinen hinteren zwei Dritteln den dünnen Knochenring, im vordern Drittel aber nur fibröses Gewebe.

Der Wulst ist breit in der Richtung von vorn nach hinten, niedrig und am hintern Ende nicht deutlich abgegrenzt. Die innere Scleralplatte ist unmittelbar hinter dem Wulste dick, und sie bedeckt, wenn auch immer dünner werdend, die ganze Innenseite des Muskels.

An der Aussenwand der Muskelnische trifft man neben den hier gelegenen der Sclera angehörenden circulär verlaufenden Bündeln eine dünne Lage von Fasern, welche dieselbe Richtung haben wie die Muskelfasern und diesen zum Ansatze dienen.

Die Knochenplatten bestehen aus compacter Substanz ohne Markräume. Blutgefässkanäle sind in den Knochenplatten zu sehen, jedoch spärlich.

Der Ciliarmuskel ist dünn, vorn mehrere Fasern breit und hinten fast unsichtbar. Die Fasern verlaufen durch die ganze Länge des Muskels und die drei Theile sind nicht zu unterscheiden.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes hinten zugespitztes Dreieck, dessen äussere Seite etwas kürzer wie die innere und dessen vordere camerale Seite sehr kurz ist, d. h. circa $^1/_5$—$^1/_6$ der beiden anderen Längen. Der Raum enthält in allen seinen Abschnitten Gewebe, so dass kein faserfreier Theil übrig bleibt. Die Verschiedenheit in der Anordnung des Fontana'schen Gewebes sind bei diesem Vogel auffallend. Vom vorderen Ende des Wulstes gehen gerade Fibrillenbündel einwärts und rückwärts und

verflechten sich dicht hinter der Iriswurzel mit der Grundplatte. Durch diesen Zug wird der Fontana'sche Raum in zwei Abschnitte zerlegt von dreieckiger Form, von denen der vordere spärliche aber dicke Balken netzförmig verbundenen Gewebes enthält und bei günstig ausgefallenen Schnitten durch einen stärkeren Balken gegen die Kammer begrenzt ist; von denen der hintere netzartiges Gewebe enthält, dessen Maschen in der Richtung von aussen vorn nach hinten innen gestreckt sind. Das Gewebe im vordern Abschnitte besteht aus den oben erwähnten dicken Balken mit kleinen runden und grossen ovalen Kernen, welche in ziemlich gleicher Entfernung von einander an die Fasern derart angesetzt sind, dass jeder Kern einen kleinen Hügel an der Seite der Faser bildet und von einer dünnen Protoplasmaschicht bedeckt ist, sowie es Fig. 10 zeigt. An den Knotenpunkten der anastomosirenden Fasern im hinteren Abschnitte des Raumes sind runde und ovale Kerne vorhanden, von wenig Protoplasma umgeben.

Der an die Linse anstossende Theil einer Falte ist auf dem Längsschnitt fast dreieckig, d. h. der der Linse zugewendete Rand ist klein, am kleinsten unter allen von mir untersuchten Vögeln.

Die Iris zeigt sich, an meinen Präparaten gesehen, gleichmässig dünn vom Ciliar- bis zum Pupillarrande, ausser an der Wurzel, wo sie sich so verdünnt, dass sie etwa auf den vierten bis sechsten Theil der Dicke abnimmt. Die inneren $^2/_3$ der Iris enthalten Sphincterfasern, die hier innerhalb der pupillaren Zone fast die ganze Irisdicke einnehmen. In der Ciliargegend sind diese Fasern sehr spärlich und auf vielen Schnitten gar nicht vorhanden.

Die Dilatatorfasern verlaufen vom ciliaren Rande bis fast an dem pupillaren. Sie biegen nach vorn und innen in die Spinctergegend um. Radiärfasern sind auch durch die ganze Irisdicke zu sehen, sogar vor dem Sphincter, denn der Sphincter lässt vorn eine breite Schicht frei, in welcher sich Capillargefässe in dichter Anordnung und zum grössten Theile über die Fläche prominirend vorfinden. Das Stroma ist locker und feinfaserig, und Bindegewebszüge biegen aus der Iriswurzel in die Falten ab.

3. Gans.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz und dünn; seine dickste Stelle entspricht dem vorderen Rande des Knochenringes.

Der Knochenring reicht ziemlich weit nach hinten über die Knorpelschale und nimmt etwa den dritten Theil der Länge des Zwischenstückes ein. Der Wulst gleicht dem der Ente. Die innere Sclera-platte bedeckt auch hier, nach hinten immer dünner werdend, den ganzen Muskel. Die Faserzüge des Scleragewebes haben einen ziemlich regelmässigen Verlauf in der Richtung von vorn nach hinten. Zwischen dem Knochenringe und dem Ciliarmuskel verläuft das Gewebe in dicken Bündeln circulär. Die Knochenplatten sind lang und dünn und bestehen aus compacter Substanz.

Der Ciliarmuskel ist klein und dünn, obgleich nicht so unentwickelt wie bei der Ente. Die drei Theile sind nicht zu erkennen.

Die äussere und innere Seite des Fontana'schen Raumes sind lang, die vordere dagegen kurz; sie misst nämlich etwas mehr als den fünften Theil von einer der beiden anderen, wobei ich jedoch, da an meinem Präparate eine gewisse Deformirung des Fontana'schen Raumes durch Annäherung der Iris an die Hornhaut stattgefunden hatte, zugebe, dass vielleicht die vordere Seite etwas grösser sein kann. Die Fibrillenbündel, welche am Eingang des Fontana'schen Raumes stehen, greifen auf die Irisvorderfläche über, so dass fast der vierte Theil der Vorderfläche der Iris in den Fontana'schen Raum hineingezogen ist. Vielleicht ist diese Befestigung an beiden Seiten, wenn die Iris ganz normale Lage hat, ziemlich steil. Der Raum ist mit Gewebe ganz ausgefüllt. Die vordersten dicksten Faserzüge gehen vom Wulst an die Irisvorderfläche. Das übrige Gewebe nimmt die Richtung von vorn aussen nach innen hinten und geht grossentheils in den Faltenstamm über. Die Fasern anastomosiren nicht so reichlich wie bei der Ente.

Die Falten haben dasselbe Aussehen und fast dieselbe Form wie die der Ente, jedoch ist der an die Linse stossende Rand länger, so dass eine mehr viereckige Form der Falte herauskommt. Die Grundplatte ist hinter der Iriswurzel dick und mit dem Gewebe des Fontana'schen Raumes durch reichlichere Faserzüge verbunden wie bei der Ente.

Bei der Gans ist die Iris auf meinen Präparaten ungemein dünn und breit. Die Muskulatur ist wenig entwickelt, ebenso aber auch das Bindegewebe, so dass die Iris ein lockeres Gefüge be-

sitzt. Auffallend ist die Dicke der Pars epiblastica iridis, welche den vierten Theil der Irisdicke bildet.

Der Sphincter ist ausserordentlich spärlich. Die einzelnen Muskelfasern liegen in dem zarten Maschenwerke nicht dicht zusammen. Sie nehmen in der Mitte der Irisbreite etwas zu und in der Pupillargegend nehmen sie die ganze Pars mesoblastica ein; aber in der Ciliargegend liegen sie sehr verstreut.

Die Dilatatorfasern sind, verglichen mit denen des Spincter, gut entwickelt, besonders in der Ciliargegend. Sie reichen fast bis zur Pupille und bilden eine deutliche Schicht. Feine Bindegewebsfasern bilden das Stroma der Iris, kommen aus den Falten und verlaufen zwischen den Muskelfasern. Auf der Irisvorderfläche liegt eine Schicht von sternförmigen Pigmentzellen, die an der Pupille durch die ganze Irisdicke verstreut sind. Capillaren sind auf der Vorderfläche sowie im Innern vorhanden.

4. Ardea egretta.

Die Hornhaut bei diesem Vogel ist im Vergleich zur Grösse des Auges dick; am Rande zerfällt sie in einen vorderen resp. äusseren dicken Theil, der sich in die äussere Scleraplatte fortsetzt, und in einen inneren resp. hinteren lockeren Theil, der in die innere Scleraplatte übergeht.

Das Zwischenstück der Sclera ist dünn, wird aber etwas dicker in der Gegend des Knochenringes. Letzterer nimmt etwa $^2/_3$ der ganzen Länge des Zwischenstückes ein. Er reicht ziemlich weit nach hinten über die Knorpelschale. Der Wulst ist kurz aber deutlich vorspringend und stark pigmentirt. Das fibröse Gewebe des Zwischenstückes ist einfach im Bau: die Fibrillenbündel laufen von vorn nach hinten parallel mit der Scleraoberfläche, und an den Knochenplatten werden sie lockerer gewebt. An der Innenseite der äusseren Scleraplatte nehmen die Fibrillenbündel circuläre Richtung an. Die Knochenplatten sind dicker wie bei der Gans und Ente. Sie enthalten Blutgefässkanäle.

Der Ciliarmuskel ist an der temporalen Seite dieses Auges dünn, und selbst an der nasalen Seite, wo er sonst dicker ist, schwach entwickelt. Er fängt weit vorn, gleich hinter der Hornhautscleragrenze an. Die vordersten Fasern sind kurz und verlaufen schräg von innen vorn nach aussen hinten. Die übrigen Fasern werden länger und gehen von vorn nach hinten in der

Richtung des ganzen Muskels. Der Müller'sche Theil ist sehr klein. Wo der Crampton'sche und der Brücke'sche Muskel an die Sclera angesetzt sind, ist auch hier eine dünne Bindegewebsplatte nachweisbar, deren Fasern parallel mit den Muskelfasern laufen. Diese Platte hat das Aussehen einer gemeinsamen Sehne beider Muskeln.

Der Fontana'sche Raum bildet ein besonders breites Dreieck, das von sehr zartem Gewebe durchsetzt ist. Letzteres besteht aus ausserordentlich feinen Faserbündeln. Die Fibrillenbündel, welche vom Wulst zur Iriswurzel verlaufen, anastomosiren nur wenig oder gar nicht. Zarte Fasern gehen auch vom vorderen Rande des Wulstes auf die Irisvorderfläche über. Die übrigen Fasern im hinteren Abschnitte des Raumes stehen nicht so dicht zusammen und anastomisiren gleichfalls wenig. Die hintersten derselben sind mit sternförmigen Pigmentzellen überzogen, ebenso wie die Fasern, welche an der äussern und an der innern Wand liegen.

Der an die Linse stossende Theil der Falten ist gut entwickelt. Der lentale Rand bildet die längste Seite des Vierecks. Dieser Rand ist mit papillenartigen Vorsprüngen bedeckt, die an die Linse anstossen. Der Kammerrand der Falte ist gleichfalls lang und der Winkel, in welchem die beiden erwähnten Ränder zusammenstossen, liegt weit von dem Linsenäquator.

Die Iris dieses Vogels zeigt sich auf meinen Präparaten am dicksten nicht weit von der Iriswurzel und schärft sich gegen die Pupille hin zu. Ein Ciliarrand kann hier gar nicht angenommen werden, da sich die Iris so zu sagen in dem Fontana'schen Gewebe auflöst, besonders mit ihrer vordern Hälfte, während die hintere als geschlossene Schicht weiter nach der Seite reicht. Die Stelle, wo sie in ihrer ganzen Dicke als Iris zu bezeichnen ist, fällt mit dem vorderen Ende des Fontana'schen Raumes zusammen und liegt von der Iriswurzel resp. vom ciliaren Ende der Pars epiblastica um etwa den fünften Theil der ganzen Irisbreite entfernt. Auf den ersten Blick erkennt man bei schwacher Vergrösserung, dass die Pars mesoblastica iridis aus zwei wesentlich differenten Schichten besteht, von denen die hintere theilweise dunkel pigmentirt ist. Nach dem oben Gesagten reicht die vordere Schicht nicht so weit ciliarwärts wie die hintere. Die hintere ist von lockerem Gefüge und schliesst die Muskeln ein; die vordere

ist dicht und enthält zahlreiche, hauptsächlich capilläre Gefässe. Die Muskulatur ist schwach. Die Sphincterfasern liegen weit von einander in dem lockeren Stroma der hinteren Schicht verstreut. Die Dilatatorfasern sind nur in der ciliaren Hälfte der Iris zu sehen, bilden jedoch keine besondere Schicht. Ausser den Capillaren der vorderen Schicht ist auf gewissen Längsschnitten ein grosses Blutgefäss zu sehen, welches aus der Falte herauskommt, um den Ciliartheil der Iris herumbiegt in Form einer grossen, fast kreisförmigen Schlinge und sich wieder auf die Irisvorderfläche auflegt. Mitten in dieser Schlinge ist äusserst zartes Gewebe vorhanden, dem Fontana'schen Gewebe ähnlich, nur feiner.

5. Ardea scapularis.

Das Auge dieses Vogels ist dem letztbeschriebenen Auge sehr ähnlich. Das Zwischenstück der Sclera ist lang und dünn. Die Knochenplatten sind dünn und so kurz, dass sie an der temporalen Seite nur in der Hälfte der Länge dieses Theiles getroffen werden. — Der knochenfreie Theil des Zwischenstückes ist besonders dünn. Der Wulst ist breit und an der temporalen Seite hoch. Die Knochenplatten bestehen aus fester Substanz. Das fibröse Gewebe ist wie beim letzten Vogel.

Der Ciliarmuskel ist dünn an der temporalen Seite, dagegen an der nasalen grösser und an beiden Seiten gut entwickelt. Er macht den Eindruck eines einzigen Muskels. Die die Muskelnische begrenzenden Platten sind sehr stark pigmentirt.

Der Fontana'sche Raum ist an der temporalen Seite grösser wie an der nasalen und kleiner wie beim letztbeschriebenen Vogel. Das Fontana'sche Gewebe ist noch zarter wie bei Ardea egretta.

Die Falten sind grösser wie beim letzteren. Der lentale Rand ist länger wie die anderen Ränder.

Die Iris ist auf meinen Präparaten sehr dünn. Ihre Muskulatur ist schwach. Die Iris zeichnet sich durch ein sehr lockeres Aussehen aus. Sie besteht, wie beim letzten Vogel, aus einer vorderen Bindegewebsschicht und aus einer hinteren muskulösen Schicht. Sphincterfasern sind zahlreich unmittelbar am Ciliarrande vorhanden, nehmen aber weiter nach innen hin zu, dann ab und endlich in der Pupillargegend wieder zu und reichen kaum bis zur Pupillengrenze. Unter diesen circulären Fasern sind einige Radiärfasern zu sehen, aber eine gesonderte Dilatatorschicht be-

steht nicht. In der vorderen Irisschicht trifft man auf der Vorderfläche eine begrenzende Bindegewebsplatte, die mit dem Fontana'schen Gewebe zusammenhängt; über sie erheben sich in der ciliaren Gegend der Irisoberfläche Capillaren und besonders bogenförmig verlaufende Gefässe, sowie sie bei Ardea egretta beschrieben wurden. Auch innerhalb der Schicht trifft man einzelne capillare Gefässe; vor allem aber fallen in dem Stroma von feinen Bindegewebsfasern zahlreiche kleine runde Zellen auf, über deren Natur ich nichts anzugeben vermag.

6. Fasan.

Die Hornhaut des Fasans ist dick und getheilt in einen dichten vorderen und lockeren hinteren Theil, von welchen der erstere in die äussere, der letztere in die innere Scleraplatte übergeht. Das Zwischenstück der Sclera ist gleichfalls dick; der Abstand vom vordern Ende des Knochenringes bis zur Hornhautscleragrenze gering. Die innere Scleraplatte ist vorn sehr dick. Die Knochenplatten bestehen aus compacter Substanz.

Der Ciliarmuskel ist lang und am dicksten in der Nähe des vordern Endes, vor dem Knochenringe, jedoch vorn schmal auslaufend, sowie auch hinten. Der Crampton'sche Abschnitt bildet den grössten und dicksten Theil des ganzen Muskels. Die vordersten Fasern sind kurz und verlaufen von innen nach aussen; weiter hinten nehmen die Fasern an Länge zu und treffen dann tangential die Sclera, deren Krümmung sie sich anschliessen. Der Müller'sche Theil ist am kleinsten und der Brücke'sche am längsten. Zwischen dem Crampton'schen und Brücke'schen Muskel ist an der Aussenwand der Muskelnische eine wulstartige Verdickung der hier gelegenen Bindegewebsplatte wahrzunehmen, der man die Aufgabe einer Zwischensehne zuschreiben könnte; doch ziehen auch Fasern innen daran vorbei, von dem einen zum anderen Muskel.

Ueber die Form des Fontana'schen Raumes kann ich Genaueres nicht angeben, da an meinem Präparate Verbiegungen stattgefunden hatten; doch ist er in seinem vorderen Theile gross und breit. Die dicken vorderen Fibrillenbündel gehen in die Iriswurzel über.

Die Iris ist auf meinen Präparaten kurz und dick. Auffallend ist die kleine Zahl von Muskelfasern, welche in einem Maschen-

werk von starkem fibrillären Gewebe liegen. Die Sphincterfasern finden sich in der ganzen Dicke vor, abgesehen von der an die Pars epiblastica angrenzenden Schicht; sie sind aber am Ciliar- und Pupillarrande etwas dichter gestellt.

Die Dilatatorfasern findet man vorwiegend in der Nähe der hinteren Fläche der Pars mesoblastica, aber nicht in geschlossener Schicht, ausser in der Nähe der Iriswurzel. Auch lassen sich diese Fasern ciliarwärts bis in die Grundplatte und sogar in den Faltenstamm verfolgen; in der pupillaren Hälfte der Iris biegen die Dilatatorfasern in die vorderen Schichten ab, ja man findet Bilder, welche die Meinung unterstützen könnten, dass sie in circuläre Richtung umwenden. Das Bindegewebe dieser Iris ist so stark entwickelt und zwischen den in verhältnissmässig weiten Abständen liegenden Muskelfasern so reichlich vorhanden, dass dadurch die Iris des Fasans in einen auffallenden Gegensatz zu den Iriden anderer Vögel tritt. In Uebereinstimmung damit findet man nicht die netzartige Anordnung des Stroma, welche bei der Vogeliris so gewöhnlich ist, sondern Fibrillenbündel von dichtem Gefüge und inniger Verflechtung. Dieses Stroma ist in der ganzen Iris sowohl der Dicke wie der Breite nach gleich entwickelt; unter den Fibrillenbündeln sind circuläre und schräge Züge zu unterscheiden; sie erscheinen im Präparate wellenförmig. Die schrägen Züge sind vorwiegend so gerichtet, dass sie sich bei der Annäherung an die vordere Fläche zugleich dem Pupillarrande zu bewegen. In dem Geflecht dieser Bündel bleiben für die Nerven- und Muskelfasern Kanäle übrig. Die Gefässe sind von ringförmigen Bindegewebszügen umgeben, welche nicht unmittelbar an die Gefässe anschliessen.

7. Huhn.

Die Hornhaut des Huhnes ist klein, mässig gewölbt und sehr dick. In der vorderen oder äusseren Hälfte der Hornhautdicke sind die Lamellen dichter gedrängt als in der hintern oder innern.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz und dünn. Der Knochenring ist breit, d. h. er reicht so weit nach vorn, dass zwischen seinem vordern Rande und der Hornhautscleragrenze ein Abstand bleibt, der etwa $^1/_4$ der ganzen Länge des Zwischenstückes beträgt. Die Knochenplatten sind dünn und bestehen aus

compacter Substanz. Der Wulst ist nicht breit, aber deutlich vorspringend. Die innere Scleraplatte ist dünn. Einige von ihren Fasern gehen nach aussen in den Ciliarmuskel hinein, umkleiden die Nervenstämme und stehen dann allem Anscheine nach mit den Muskelfasern in Verbindung.

Der Ciliarmuskel ist nicht lang, aber seine drei Theile sind trotzdem ziemlich deutlich abgegrenzt. Der Crampton'sche Theil ist der grösste. Eigenthümlich ist der Müller'sche Muskel, von dessen Fasern einige von der inneren Seite des oben beschriebenen Faserzuges der inneren Scleraplatte entspringen. Diese Muskelfasern weichen den grossen Nervenstämmen aus und sind so an die innere Scleraplatte befestigt, dass der Muskel an dieser Stelle, d. h. etwa in der Mitte seines innern Randes, das Aussehen eines „musculus pennatus" hat. Zwischen den Muskelfasern ist ein Stroma von feinen Bindegewebsfasern mit Zellen vorhanden.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes, nach hinten stark zugespitztes Dreieck, welches nur in seiner vorderen grösseren Hälfte mit Gewebe durchsetzt ist. Die dicksten Fibrillenbündel gehen von dem vorderen Theile des Wulstes und greifen weit auf die Vorderfläche der Iris über, so dass etwa die Hälfte der letzteren im Raume liegt. Die dicksten Fibrillenbündel gehen in den Faltenstamm über. Feinere Bindegewebsfasern lösen sich von den beiden begrenzenden Platten des Raumes und anastomosiren reichlich. Der freie Theil der Falte bildet, wie man auf dem Längsschnitte bemerkt, ein ziemlich grosses, fast gleichseitiges Viereck.

Die Iris des Huhnes ist an meinen Präparaten dick in der mittleren Portion und ziemlich gleichmässig zugespitzt an beiden Rändern. Die Pars mesoblastica iridis zerlegt sich deutlich in drei Schichten, von denen die mittlere dicke wesentlich durch die Anwesenheit des Sphincter bedingt ist; eine vordere Schicht von wechselnder Dicke enthält hauptsächlich Gefässe, und eine hinten an die Pars epiblastica angrenzende Schicht, die aber nicht in die Pupillarzone hineinreicht, ist wesentlich durch dichtes Bindegewebe charakterisirt, enthält aber ausserdem den Dilatator. An der Vorderfläche in der Ciliargegend ist eine dünne Schicht von Sphincterfasern von den übrigen Sphincterfasern durch Capillaren und Nerven getrennt. Die übrigen Sphincterfasern fangen etwas innerhalb des Ciliarrandes an, nehmen zuerst an Zahl zu und dann

wieder ab. Die Dilatatorfasern reichen vom ciliaren bis zum pupillaren Rande und biegen von hinten nach vorn in die Spincter-gegend um. Die Capillaren erheben sich über die Vorderfläche, sind aber auch im Innern der Iris vorhanden. Das Bindegewebsstroma ist ziemlich stark und besonders deutlich im Bereiche der Dilatatorfasern zu sehen. Die Dicke der Pars epiblastica iridis nimmt von aussen nach innen ab.

8. Crax Blumenbachii.

Bei diesem Vogel ist die Hornhaut besonders dick, so dass ihr gegenüber die Sclera dünn aussieht.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz, zumal im Vergleich zur Grösse der Hornhaut. Der Knochenring ist fast so breit, wie das Zwischenstück lang ist, so dass zwischen Knochenring und Hornhautscleragrenze nur ein geringer Abstand bleibt. In der Mitte der Knochenplatten trifft man kleine längliche Markräume. Der Wulst ist nicht breit, aber sehr prominirend. Er ist gegen den Fontana'schen Raum convex begrenzt, und von ihm strahlt das Fontana'sche Gewebe aus. Die innere Scleraplatte ist dünn und ebenso der Wulst stark pigmentirt.

Der Ciliarmuskel entspringt weit vorn, fast an der Hornhautscleragrenze, und verläuft bogenförmig nach hinten mit der Sclerakrümmung parallel. Er ist im vorderen Theile dick und nimmt nach hinten ab. Die drei Theile sind zu unterscheiden, obgleich nicht deutlich abgegrenzt. Die öfters erwähnte dünne Bindegewebsplatte, die die Muskelnische nach aussen begrenzt, ist hier deutlich zu sehen.

Der Fontana'sche Raum bildet ein längliches, nicht sehr breites Dreieck, dessen innere Seite so lang ist wie die äussere und vordere zusammen, da fast die Hälfte der Irisvorderfläche in den Raum hineingezogen ist. Das Gewebe ist besonders stark, reicht aber nicht bis zum hinteren Winkel des Raumes. Die vordersten balkenähnlichen Fibrillenbündel gehen auf die Irisvorderfläche und verflechten sich mit der dort befindlichen dicken pigmentirten Bindegewebsschicht. Die Fibrillenbündel entspringen meistentheils von dem vorderen Theile der inneren Scleraplatte und verlaufen nach hinten und innen. Sie anastomosiren verhältnissmässig wenig. An ihren Ansatzpunkten sind sie mit runden

Pigmentzellen überzogen. Die dicksten Fibrillenbündel gehen in den Faltenstamm über.

Die Falte bildet, wie man auf dem Längsschnitte sieht, ein Viereck, dessen innere Seite (Linsenrand) sehr kurz ist.

Die Iris ist auf meinen Präparaten schmal und klein, in der Mitte dick; nimmt aber nach beiden Rändern hin an Dicke ab. Der Pupillenrand ist sehr zugeschärft. Die Iriswurzel, d. h. die Verbindung der Iris mit dem Corpus ciliare ist im Vergleich mit andern Vögeln ziemlich stark, was übrigens auf der Abbildung übertrieben ist. Am auffallendsten ist das Pigment, welches die Betrachtung der übrigen Structur der Iris wesentlich erschwert. Der Sphincter ist stark entwickelt und nimmt fast die ganze Dicke der Iris ein und zwar in völlig gleichmässiger Vertheilung vom Ciliar- bis zum Pupillarrande. Der Dilatator findet sich in einer besonderen Schicht an der hinteren Fläche, der Pars epiblastica iridis unmittelbar aufliegend, reicht aber nicht bis zur Pupille, da seine Fasern in die Sphinctergegend umbiegen. Sämmtliche Fasern sind mit grossen Pigmentzellen überzogen. An der Vorderfläche liegt eine dicke Pigmentschicht, welche sich jedoch auf die Pupillarhälfte beschränkt. Allem Anschein nach ist diese Pigmentschicht eine Fortsetzung des pigmentirten Fontana'schen Gewebes, welches sich, wie oben erwähnt wurde, mit der Vorderfläche der Iris verbindet.

9. Truthahn.

Das Auge des Truthahnes erinnert in vielen Beziehungen an das des letzten Vogels. Die Hornhaut ist dick, aber etwas kleiner wie bei Crax Blumenbachii.

Das Zwischenstück der Sclera ist fast zweimal so lang wie bei jenem, und der breite Knochenring reicht fast durch die ganze Länge des Zwischenstückes. Die Knochenplatten sind an ihren vorderen Enden dick, so dass in dieser Gegend die Sclera am dicksten ist. Die Knorpelschale reicht weit in das Zwischenstück hinein. Der Wulst ist niedrig und nach hinten nicht scharf abgegrenzt. Das angrenzende, den Anfang der innern Scleraplatte bildende Stück der Sclera ist gleichfalls dick. Die innere Scleraplatte ist fast bis zu ihrem hinteren Ende dick und enthält ausserordentlich grosse Nervenstämme. An der Aussenwand der Muskel-

nische ist auch hier eine dünne Bindegewebsplatte nachweisbar, deren Fasern mit den Muskelfasern parallel verlaufen.

Die Falte ist fast dreieckig, denn der Linsenrand derselben ist beinahe so kurz, wie der bei der Ente.

Die Iris ähnelt in der Form der von Crax Blumenbachii, d. h. sie ist in der Mitte dick und an beiden Enden zugeschärft. Der Sphincter breitet sich vom Pupillar- bis zum Ciliarrande aus. Der Dicke der Iris nach reicht er nur innerhalb einer schmalen Pupillarzone von der vorderen bis zur hinteren Fläche und lässt im übrigen an der hinteren Fläche der Pars mesoblastica iridis eine Schicht frei, welche bis zur Mitte hin zunimmt, von hier bis zum Ciliarrande gleich bleibt, jedoch da die Iris im Ganzen sich verschmälert, der Sphincterschicht gegenüber an Ausdehnung gewinnt. In der Mitte der Iris, wo die Sphincterschicht am dicksten ist, häufen sich ihre Fasern vorn beträchtlich an. Im ciliaren und im pupillaren Drittel fehlt diese Eigenthümlichkeit. In letzterem drängen sich die Muskelfasern mehr zusammen als in den übrigen Theilen.

Der Ciliarmuskel ist lang. Das vordere Ende ist ziemlich dick, die übrigen Theile sind gleichmässig dünn. Die drei Abschnitte des Muskels sind zu unterscheiden, jedoch nicht deutlich gesondert. Nuel und Hosch[9]) haben daher nicht so Unrecht, wenn sie gerade bei diesem Vogel das Ganze für einen einzigen Muskel nehmen. Auf den Crampton'schen Abschnitt gehen zwei Drittel des ganzen Muskels. An der Stelle, wo die drei Theile in einander übergehen, ist die aussen anliegende Bindegewebsschicht dick und von dem übrigen Scleragewebe durch ihre Faserrichtung deutlich unterschieden.

Der Fontana'sche Raum ist lang von vorne nach hinten und auch breit. Er ist in seiner vorderen Partie mit Gewebe durchzogen, die hintere Partie dagegen ist faserfrei. Meinen Präparaten nach entspricht der Raum und sein Inhalt nicht dem Bilde von Nuel und Hosch. Das starke vordere Fibrillenbündel geht vielmehr meiner Meinung nach in den Faltenstamm dicht hinter der Iriswurzel und nicht so weit rückwärts an die Grundplatte wie es Nuel und Hosch[9]) abgebildet haben. Die Hälfte der Irisvorderfläche ist in den Raum hineingezogen.

10. Wachtel.

Das Zwischenstück der Sclera ist bei diesem Vogel im Verhältniss zur Grösse des Auges lang, vorn dick und wird nach hinten allmählich dünner. Der Knochenring reicht ziemlich weit über das Ende der Knorpelschale nach hinten und seine Breite misst etwas über zwei Drittel der Länge des Zwischenstückes. Der Wulst ist gross und prominirend. An der Hornhautscleragrenze ist die äussere und innere Scleraplatte von gleicher Dicke. Die innere Scleraplatte ist am Anfange sehr dick, wird aber hinter dem Wulste dünner. Sie reicht bis zum Ende des Muskels. Sie ist mit langen Pigmentzellen überzogen. Das fibröse Gewebe der Sclera ist lockerer wie gewöhnlich und die Faserzüge folgen in ihrer Richtung der Sclerakrümmung; selbst an der inneren Seite der Knochenplatten sind nur wenige querlaufende Faserzüge zu sehen. Die Knochenplatten sind dünn und legen sich sehr weit über einander. Sie sind von fester Substanz gebildet und enthalten hie und da kleine Blutgefässkanäle.

Der Ciliarmuskel nimmt von vorne nach hinten an Dicke ab. Er entspringt von der pigmentirten Vorderwand der Muskelnische und von der ganzen Länge der inneren Scleraplatte. Die Fasern liegen nicht dicht zusammen, vielmehr zeigt der ganze Muskel in Uebereinstimmung mit den übrigen Theilen des Auges ein lockeres Gefüge. Die vordersten Fasern sind kurz und verlaufen von innen vorn nach hinten aussen. Die dann folgenden werden mehr und mehr schräg, bis sie endlich die Richtung der Sclerakrümmung selbst haben. Die drei Theile sind nicht deutlich zu unterscheiden. Der Muskel hat etwa in der Mitte seiner Länge ein gefiedertes Aussehen, ähnlich wie der des Huhnes, welches dadurch zu Stande kommt, dass sich eine dünne Bindegewebsschicht von der innern Scleraplatte aus zwischen die Muskelfasern hineinschiebt, welche ihrerseits an den Seiten dieser Schicht entspringen.

Die Falte erhält ihre charakteristische Gestalt dadurch, dass ihr lentaler Rand ausgedehnt ist. Sie ist ebenso wie die Grundplatte stark pigmentirt.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes Dreieck, welches an seiner inneren Seite am längsten ist, und in welches sich von der Aussenwand her der Wulst hineindrängt. Der ganze Raum ist von Gewebe durchsetzt. Die Fibrillenbündel strahlen von dem

halbkugelförmigen Wulste aus und vereinigen sich mit denen der Grund- und Scleraplatte. Das Gewebe ist an seinen Ansatzpunkten mit Pigment überzogen. Seine Bälkchen anastomosiren wenig.

Die Iris ist auf meinen Präparaten dick in der Mitte und dünner an beiden Rändern. Sie zeichnet sich durch ihr starkes Stroma aus, in welchem sich die spärlich vorhandenen Muskelfasern befinden. Die Sphincterfasern sind durch die ganze Irisdicke verbreitet, sind aber etwas dichter in der Ciliar- und Pupillargegend. Der Dilatator bildet in der hintern Gegend der Pars mesoblastica iridis eine Schicht, deren Fasern die Pupillengrenze nicht erreichen, indem sie vorher in die Sphinctergegend umbiegen.

11. Taube.

Das Auge der weissen Taube eignet sich wegen des Pigmentmangels sehr zu einer genaueren Untersuchung.

Die Hornhaut ist dünn. An ihrer Peripherie tritt eine deutliche Trennung in zwei Schichten auf, deren äussere resp. vordere dicker ist und in die äussere Scleraplatte, deren innere resp. hintere dünnere Schicht in die innere Scleraplatte übergeht.

Das Zwischenstück der Sclera ist lang und dünn. Es enthält wenig fibröses Gewebe, aber lange Knochenplatten, die sehr weit über die Knorpelschale nach hinten reichen. Der Wulst ist niedrig und breit, gegen die innere Scleraplatte nicht deutlich abgesetzt. Letztere ist dünn und zart; reicht aber bis zum Ende des Ciliarmuskels. Sie schickt feine Fasern zwischen die Fasern des Muskels und zur Umhüllung der Nervenstämme. Das fibröse Gewebe der äusseren Scleraplatte besteht wesentlich aus meridional verlaufenden Zügen. Zwischen ihnen und der Innenfläche des Knochenringes trifft man eine Ansammlung kleiner rundlicher Zellen. An der inneren Seite der äusseren Scleraplatte zwischen den Knochenplatten und dem Ciliarmuskel verlaufen Faserzüge schräg und quer. Die Knochenplatten legen sich mit der Hälfte ihrer Länge übereinander. Sie bestehen aus fester Substanz.

Der Ciliarmuskel ist in der Mitte sehr dick und an beiden Ende zugeschärft. Seine enorme Entwickelung steht in auffallendem Gegensatze zu der Entwickelung der übrigen Theile des Auges. Eine Trennung desselben in drei Abschnitte ergibt sich nicht ungezwungen aus der Betrachtung des anatomischen Präparates, d. h.

des meridionalen Schnittes. In einem solchen wurden dadurch, dass ich mit Absicht auf das Deckgläschen drückte, die Muskelfasern mit sammt der dünnen vom Muskel nach aussen liegenden Bindegewebeplatte von der Sclera abgelöst, und ich konnte an diesem Präparate sehen, dass sich theilweise mit den zugespitzten Muskelfasern der vordern (Crampton'schen) Partie Bindegewebefasern der erwähnten dünnen Platte verbanden, um eine Vermittelung zwischen diesen Muskelfasern und denen des hintern (Brücke-schen) Abschnittes zu übernehmen, dass aber theilweise auch Muskelfasern der vordern Partie, indem sie sich weiter nach hinten fortsetzten, direkt zu Bestandtheilen des hinten gelegenen Abschnittes wurden.

Durch den dicken Ciliarmuskel wird der Fontana'sche Raum von der Mitte an so verengert, dass er in seiner hintern Hälfte nur spaltförmig ist. Seine vordere Hälfte dagegen ist breit. Das Fontana'sche Gewebe ist reichlich anastomosirend und ausserordentlich zart, jedoch findet man am Eingange dickere Fibrillenbündel, welche aus dem Wulst in die Iris zur Iriswurzel und einem Theile der Vorderfläche der Iris treten. Das Verhältniss der Zellen zu den Fasern ist in Figur 10 wiedergegeben worden; mit ziemlicher Constanz trifft man Zellen an den Knotenpunkten des Gewebes als dreieckige Platten.

Die Grundplatte des Corpus ciliare ist in ihrer ganzen Länge sehr dünn. Von ihrer ganzen äussern Fläche lösen sich feine Fasern ab, welche in das Fontana'sche Gewebe übergehen. Unmittelbar hinter der Iriswurzel sind die mit einander verflochtenen Bindegewebszüge sehr verwickelt und in ihrer Beziehung auf mechanische Leistungen ausdrucksvoll, wovon Fig. 9 ein Bild gibt. Die in der Grundplatte meridional verlaufenden Bündel gehen nämlich nicht allein, diese Richtung fortsetzend, in das Irisstroma über, sondern sie biegen sowohl über die äussere wie über die innere Fläche der Grundplatte, über letztere sehr reichlich, ab und gehen auf der einen Seite in ein Flechtwerk über, welches die kegelförmigen Füsse der Bälkchen des Fontana'schen Gewebes bildet, auf der andern bilden sie die wesentliche Grundlage des Faltenstammes. Ausser ihnen gibt es aber auch Züge, welche aus der Falte, nach vorn umbiegend, in die Iriswurzel treten, und endlich auch solche, die aus der Falte in das Fontana'sche Gewebe hineingehen, nachdem sie die Grundplatte durchsetzt haben.

Die einzelne Falte des Taubenauges hat die Form eines Vierecks, dessen längste Seite dem lentalen Rande entspricht. Ich gebe auch ein Bild des Querschnittes von Falten (Fig. 8), durch welches das Verhältniss der Pars epiblastica und Pars mesoblastica an der Falte und die Gestalt der seitlichen secundären Erhebungen (Wülste, Papillen) deutlich wird. Auch bietet diese Abbildung Gelegenheit, sich einen klaren Begriff von der Natur der Zonula Zinnii und ihren Beziehungen zu den Falten zu verschaffen. Es zeigt sich, dass der von der Zonula eingenommene Raum (Petit'scher Raum) eine bedeutende Tiefe besitzt, dass er aus den zwischen den Falten gelegenen Buchten und einem faltenfreien hintern Abschnitt besteht, dass er gegen die hintere Augenkammer nicht durch eine Haut abgeschlossen ist, und dass ein kleiner glatter Abschnitt jeder Falte über den Petit'schen Raum hinaus in die Kammer hineinragt.

Die Iris ist auf meinen Präparaten dicht am Ciliarrande dick und wird von da an allmählich dünner. Ihre Pars mesoblastica zerfällt deutlich in zwei Schichten, die durch eine verschiedene Beschaffenheit des Stroma charakterisirt sind. Die vordere nämlich (Pars vasculosa) enthält ein dichtes Bindegewebe, besonders auf der Grenze gegen die hintere Schicht (Pars musculosa), die letztere ein lockeres, reticuläres Stroma. In der Pars vasculosa liegen reichliche Capillargefässe, die hier $^1/_3-^1/_4$ der Irisdicke einnehmen. Das Bindegewebe um diese Capillaren ist wie oben beschrieben.

Der Sphincter nimmt die ganze Pars musculosa ein und lässt keine Schicht für den Dilatator. Die Fasern des Sphincter liegen in einem zarten Maschenwerk von Bindegewebe, welches von dem Fontana'schen Gewebe im Ciliartheil der Iris verstärkt wird (Fig. 9). Die Sphincterfasern sind im Ganzen gleichmässig in der Iris verbreitet, jedoch in der Ciliargegend etwas dichter gestellt. Ein Dilatator ist meiner Erfahrung nach bei der weissen Taube gar nicht vorhanden. Ich habe an meridionalen Schnitten, an Querschnitten und an Flächenschnitten (serial geschnitten) die Iris sehr sorgfältig untersucht und finde manchmal gerade am Ciliarrande eine Radiärfaser, die weiter nach innen gänzlich verschwindet, aber weit häufiger ist gar keine Spur von Radiärfasern da. Ich habe auch die Iris als ein Ganzes gefärbt und aufgelegt, nach welcher Methode die Muskeln in ihrem ganzen Verlauf deut-

lich wurden und nur gerade an der Peripherie der Iris sind einige Radiärfasern zu sehen, und diese Fasern nehmen auch so viele Schrägrichtungen und biegen so oft in die Sphincterrichtung um, dass sie keinen reinen Dilatator bilden können. Die beiden Zellenlagen der Pars epiblastica iridis sind deutlich von einander abgegrenzt.

12. Ara.

Das Zwischenstück der Sclera beim Ara ist symmetrisch gebaut und nur wenig dicker wie die Hornhaut. Es ist am dicksten am vorderen Rande des Knochenringes. Der Wulst ist breit und zeigt auf dem Querschnitte eine fast dreieckige Figur. Die innere Scleraplatte ist dick und stark pigmentirt. Das fibröse Gewebe der Sclera ist sehr dicht und besteht aus dicken Fibrillenbündeln, die in der Richtung von vorn nach hinten der Sclerakrümmung folgen. An der inneren Seite der äusseren Scleraplatte ist die Faserrichtung auch äquatorial. Die Knochenplatten, die weit nach hinten über die Knorpelschale reichen, bestehen aus compakter Substanz; enthalten aber doch in ihren vorderen Enden kleine Markräume.

Der Ciliarmuskel ist kurz und nicht dick. Er fängt vorn in derselben Ebene wie die Knochenplatten an. Die drei Theile sind nicht zu erkennen. Ein überraschender Befund besteht in einem circulären Muskel, welcher hinter dem Wulste in der Aussenwand des Fontana'schen Raumes, ein Stück weit vor dem Ciliarmuskel liegt. Dieser circuläre Muskel, welchen ich sowohl auf meridionalen wie auf queren Schnitten (quer zur Richtung des Ciliarmuskels) fand, ist gebildet durch drei bis sechs kleine Bündelchen resp. isolirte Fasern, welche von einander durch Abstände getrennt sind.

Der Fontana'sche Raum hat eine nicht ganz einfache Gestalt, so dass man ihn in zwei Abschnitte zerlegen muss, um ihn zu beschreiben: zieht man eine Linie von dem hintern Ende der Iriswurzel zum vordern Ende des Wulstes, so erhält man einen grösseren hintern und einen kleineren vordern Raum. Der erstere hat die Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen rechter Winkel am Wulste liegt, der andere ist in seiner Form dadurch bedingt, dass die Iriswurzel, die Richtung der Grundplatte verlassend, sich dem Wulste nähert, so dass der Eingang in den

Fontana'schen Raum verengt wird. Der Raum ist mit Gewebe durchzogen und letzteres ist vorn weitmaschig, hinten dagegen kleinmaschig; es ist jedoch nicht wie bei der Mehrzahl der untersuchten Vögel ein starker Faserzug da, der vom Wulst in den Faltenstamm überginge. Die vordersten an der Pforte des Fontana'schen Raumes liegenden Bündel gehen in einer gleich noch näher zu schildernden Weise auf die Irisvorderfläche über und vereinigen sich mit der dort befindlichen Bindegewebsschicht. Die unmittelbar dahinter liegenden, auch noch zur Iris tretenden Bündel hängen grossentheils mit Fasern des Dilatator zusammen. Im Innern des Fontana'schen Raumes sind Anastomosen häufig, besonders an den zwei begrenzenden Bindegewebsplatten.

Die einzelne Falte bildet in ihrem freien Theile fast ein Parallelogramm. Der camerale und Petit'sche Rand sind länger wie der Linsenrand der Falte. Die Grundplatte des Corpus ciliare ist ausserordentlich dünn und schwindet beim Uebergange in die Iriswurzel fast ganz.

Die Iris ist breit auf meinen Präparaten. Nicht weit vom Ciliarrande ist sie dick und nimmt allmählich gegen den Pupillarrand hin ab. Die Iriswurzel und die äussere Fläche des an den Fontana'schen Raum angrenzenden ciliaren Abschnittes sind durch kegelförmige Vorsprünge ausgezeichnet, was auch so ausgedrückt werden kann, dass die vorderen Fibrillenbündel des Fontana-schen Gewebes sich verbreitern, um sich in Form von Kegeln hier zu befestigen. Das Gefüge der Iris ist dicht, indem sowohl Stroma wie Muskelfasern reichlich entwickelt sind.

Die Sphincterfasern sind fast durch die ganze Irisdicke verbreitet; nur lassen sie an der hintern Fläche der Pars mesoblastica eine Schicht für den Dilatator frei. Die Sphincterfasern liegen etwas zerstreut in der Ciliargegend, werden aber in der Pupillarzone sehr dicht und erreichen hier auch die hintere Fläche.

Der Dilatator bildet eine sehr deutliche, verhältnissmässig dicke Schicht von Fasern, die aber nicht zum Pupillarrande reicht. Wie oben erwähnt, zeigen die Dilatatorfasern eine Verbindung mit dem starken Fontana'schen Gewebe, indem letzteres sich in einzelne Fasern auflöst und in die Iris eintritt. Indem nun der Dilatator in dieser Gegend sich verbreitert und die ganze Irisdicke durchsetzt, strecken sich seine Fasern dem geschilderten Gewebe entgegen, so dass sich Muskelfasern mit Fontana'schen Fasern

(Fibrillenbündeln) vereinigen, und daraus das unverkennbare Bild eines Muskels mit seiner Sehne entsteht.

Auf der Irisvorderfläche liegt eine dicke Bindegewebsschicht, die mit den vordersten Fontana'schen Bündeln in Verbindung steht.

13. Kukuk.

Das Zwischenstück der Sclera des Kukuks ist kurz und am vorderen Ende dick. Der Knochenring ist dünn und kurz, so dass er durch einen weiten Abstand von der Hornhautscleragrenze getrennt bleibt. Der Wulst ist ausserordentlich prominirend und fast so breit wie die Scleradicke. In Folge seiner Hervorragung ist die Sclera an dieser Stelle am dicksten. Die innere Scleraplatte ist dünn und zart. Die Knochenplatten sind dünn und bestehen aus compakter Substanz.

Der Ciliarmuskel ist kurz und dünn. Die drei Theile sind zu unterscheiden, jedoch nicht scharf von einander abgegrenzt. Der Crampton'sche bildet den grössten Theil. Seine Fasern sind sehr kurz und verlaufen von vorn innen nach aussen hinten. Die vordersten liegen fast an der Hornhautscleragrenze.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes enges Dreieck, dessen Form ich nicht genau angeben kann, da das untersuchte Auge in seiner Form schlecht erhalten war. Der Raum ist mit Gewebe bis in den hinteren Winkel dicht erfüllt. Die dicksten Faserzüge gehen vom Wulst in den Faltenstamm hinein, andere setzen sich an die Irisvorderfläche an, sodass circa $1/5$ der letzteren im Raume liegt. Von der ganzen breiten Fläche des Wulstes gehen dicht gedrängte Fibrillenbündel nach hinten und innen und füllen reichlich anastomosirend den Raum ganz aus.

Die Iris hat ungefähr dieselbe Form wie beim Huhn. Sie ist in der Mitte am dicksten und nach beiden Rändern hin zugeschärft. Sie zeichnet sich durch starke Pigmentirung aus, wodurch das Studium derselben sehr erschwert wird. Die Muskulatur ist stark und von complicirter Anordnung. Die Sphincterfasern sind durch die ganze Irisdicke zerstreut, ausser in einer hinteren Schicht der Pars mesoblastica in der Ciliargegend, wo ein kleiner Raum für den Dilatator frei bleibt. Die Sphincterfasern verlaufen circulär und schräg. Der Dilatator bildet eine Schicht in der Ciliargegend, weiter innen aber biegen die Fasern um und verflechten

sich so mit den Dilatatorfasern, dass eine weitere Trennung der Schichten nicht mehr möglich ist. Auf der Vorderfläche der Iris liegt eine dicke, pigmentirte Bindegewebsschicht, welche mit den vordersten Fibrillenbündeln des Fontana'schen Gewebes in Verbindung steht.

14. Cassicus haemorrhous.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz und dick; am dicksten ist es am vorderen Rande des Knochenringes. Die Knochenplatten sind verhältnissmässig lang, reichen weit über die Knorpelschale nach hinten und lassen vorn nur wenig Raum bis zur Hornhautscleragrenze frei. Sie sind dünn und von compakter Substanz gebildet. Die innere Scleraplatte ist am Anfang eben so dick wie die äussere, nimmt aber nach hinten sehr schnell an Dicke ab. Der Wulst ist niedrig und breit.

Der Ciliarmuskel ist kurz, dick in der Mitte und nach beiden Enden zugeschärft. Seine drei Abschnitte sind deutlich. Die vordersten Fasern entspringen gleich hinter der Hornhautscleragrenze etwas vor dem vordern Rande des Knochenringes.

Der Fontana'sche Raum ist kleiner wie beim letztbeschriebenen Vogel und das Gewebe ist nicht so dicht aber stärker pigmentirt.

Die Falten greifen mit einem langen lentalen Rande weit auf die vordere Fläche der Linse, wogegen ihr Kammerrand kurz ist.

Die Iris kann nicht, wie das bei vielen andern Vögeln möglich ist, als ein ausschliesslich muskulöses Gebilde bezeichnet werden, da das ausserordentlich starke Bindegewebsstroma sich auf Kosten der Muskulatur breit macht. Das Stroma besteht aus dicken anastomosirenden Fibrillenbündeln, welche Maschen bildend die spärlich vorhandenen Muskelfasern einschliessen.

Der Sphincter liegt in einer Schicht in der vorderen Hälfte der Iris; seine Fasern sind am zahlreichsten unmittelbar neben dem Ciliarrand und nehmen gegen den Pupillarrand hin ab. Es sind auch hie und da circulär verlaufende Muskelfasern in der hinteren Hälfte der Iris zu sehen.

Der Dilatator bildet eine Schicht in der Ciliargegend; aber da seine Fasern, einige gleich am Ciliarrande, andere weiter innen in die Sphinctergegend umbiegen, so ist diese Schicht nur schmal.

15. Crotophaga ani.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz und dünn. Der Knochenring ist nicht breit, so dass zwischen seinem vordern Rande und der Hornhautscleragrenze ein grosser Abstand bleibt. Die Knochenplatten sind dünn und kurz, und enthalten viele Blutgefässkanäle. Der Wulst ist sehr klein und niedrig. Die innere Scleraplatte ist dünn und stark pigmentirt.

Der Ciliarmuskel ist lang und dünn und so mit Pigment bedeckt und durch die Nervenstämme verdrängt, dass die drei Theile nicht zu unterscheiden sind. Der Muskel fängt weiter hinten wie gewöhnlich an. Die einzelnen Fasern sind lang und verlaufen nicht schräg, sondern den Scleraplatten parallel rückwärts. Man hat den Anblick eines einzigen Muskels.

Die Falte legt sich mit einem langen Rande an die Linse. Die übrigen Ränder sind kürzer.

Das Auge war schlecht in seiner Form erhalten, und daher ist es unmöglich, die Form des Fontana'schen Raumes genau zu beschreiben. Den Schnitten nach ist anzunehmen, dass der Raum sehr lang und eng ist. Die Hauptmasse des ihn erfüllenden Gewebes besteht in einem starken Zuge, welcher von vorn und aussen nach hinten und innen verlaufend sich an die vordere Hälfte der Grundplatte ansetzt. Dadurch ist der Raum in zwei Theile eingetheilt; einen vorderen und einen hinteren, von denen der erstere mit Gewebe erfüllt, der letztere davon frei ist. Einige Fibrillenbündel gehen auch auf die Irisvorderfläche über. Das Gewebe anastomosirt wenig.

Die Iris besitzt auch hier ein starkes Bindegewebsstroma, welches in seinen grossen Maschen die Muskelfasern enthält. Der Sphincter besteht aus grossen Muskelfasern, welche etwas dichter liegen wie beim letztbeschriebenen Vogel. Der Dilatator liegt als eine dünne Schicht an der hinteren Fläche der Pars mesoblastica iridis und reicht fast bis zur Pupille.

16. Buteo vulgaris.

Die Hornhaut ist sehr stark gewölbt, jedoch in der Mitte weniger als an den Seiten.

Das Zwischenstück der Sclera ist aussen leicht concav. In Folge der unsymmetrischen Ansetzung der Hornhaut ist es an der temporalen Seite fast zweimal so lang als an der nasalen. Es

ist überhaupt sehr lang und am vorderen Rande des Knochenrandes sehr dick. Der Abstand des letzteren von der Hornhautscleragrenze beträgt an der temporalen Seite ein Drittel der ganzen Länge des Zwischenstückes; an der nasalen Seite viel weniger; zugleich ist hier diese Partie dicker. Der Knochenring schärft sich nach beiden Rändern hin zu; er reicht sehr weit über die Knorpelschale nach hinten.

Der Wulst ist an der temporalen Seite niedrig und etwa halbmal so breit wie der Abstand von der Hornhautscleragrenze bis zum vorderen Rande des Knochenringes. Seine genaue Breite kann ich nicht angeben, da er hinten nicht deutlich abgegrenzt ist. An der nasalen Seite ist er höher aber gleichfalls undeutlich abgegrenzt. Die innere Scleraplatte reicht, immer dünner werdend, bis zum hintern Ende des Muskels. Die Knochenplatten enthalten kleine Markräume mit dicken aus fester Substanz bestehenden Wänden. Die Markräume enthalten capillare Blutgefässe in schöner netzartiger Anordnung und dazwischen grosse Fettzellen.

Der Ciliarmuskel ist dünner und etwas länger an der temporalen Seite wie an der nasalen. Er fängt hinter dem Wulste und vor dem vorderen Rande des Knochenringes an; seine Faserrichtung lässt sich klar übersehen, da die Muskelfasern locker liegen und durch Bindegewebe nicht verdeckt sind. Es zeigt sich nun, dass, obwohl die drei Abschnitte, besonders an der nasalen Seite, unterschieden werden können, diese doch in der Mitte keine Ansätze an festen Augentheilen finden, sondern dass an die zugespitzten Muskelfasern sich dünne Faserbündel des Bindegewebes anschliessen, um nach Art von Zwischensehnen eine Verbindung mit andern Muskelfasern zu vermitteln, und dass auch manchmal Muskelfasern unmittelbar aus einem Abschnitt in einen andern übergehen.

Der Fontana'sche Raum ist um etwa ein Viertel länger an der temporalen wie an der nasalen Seite. Die äussere und innere Seite sind fast gleich lang, die vordere dagegen misst nur $^1/_4$—$^1/_5$ der Länge der beiden anderen. Der Raum ist daher lang und eng. Er ist gänzlich, bis in den hintern Winkel, von Gewebe erfüllt. Vom vorderen Ende des Wulstes gehen Fibrillenbündel einwärts und rückwärts und verflechten sich mit der Grundplatte dicht hinter der Iriswurzel. Durch diesen Zug wird der Raum in zwei Räume getheilt, in ein vorderes kleines Dreieck, welches etwa

$^{1}/_{5}$ des ganzen Raumes bildet, und ein hinteres grosses Dreieck. Das erstere enthält dünne Faserzüge, die sich so weit auf die Irisvorderfläche auflegen, dass von dieser etwa der vierte Theil in den Raum hineingezogen wird. Das hintere Dreieck ist mit feinfaserigem, reichlich anastomisirendem Gewebe gefüllt.

Die Falten sind am stärksten entwickelt an der temporalen Seite; die Winkel, welche der Linsenrand einer Falte mit den beiden anstossenden Rändern bildet, sind fast rechte. Der genannte Rand trägt sekundäre Erhebungen (Papillen).

Die Iris zeichnet sich durch starke Muskulatur und spärliches Bindegewebe aus. Die Spincterfasern liegen dicht im ciliaren und im pupillaren Drittel, locker dagegen im mittleren Drittel. Der Dilatator bildet eine Schicht, die fast bis zur Pupille reicht. Sämmtliche Fasern sind dick. Das Bindegewebe findet sich in starker pigmentirter Schicht auf der Vorderfläche, im Innern der Iris dagegen in Form von feinen Fasern. Auffallend ist eine am ciliaren Rande vor der Iris gelegene Ansammlung von Bindegewebe, welche durch ihre Beschaffenheit sich von dem Irisstroma sondert; sie ist nach vorn begrenzt durch eine gebogene Linie, welche von der Iriswurzel ausgeht und da, wo die vordersten Bündel des Fontana'schen Raumes die Irisvorderfläche treffen, auf diese zurückkehrt. In dem zwischen dieser Bogenlinie und dem ciliaren Ende der Iris gelegenen Raume liegt ein dichtes Maschenwerk von feinen, theilweise pigmentirten Bindegewebsfasern, die dem Gewebe der vorderen Dreiecke des Fontana-schen Raumes ähnlich sind. Das Auge von Buteo erinnert in dieser Hinsicht an das von Ardea.

17. Ictinea plumba.

Das Zwischenstück der Sclera ist lang und dick und aussen concav. Es ist um $^{1}/_{3}$ länger an der temporalen Seite. Die Abbildung giebt diese Seite. Der Knochenring ist breit und mässig dick. Er reicht nach hinten etwa über die Knorpelschale zurück und bleibt er um etwa den dritten Theil der Länge des Zwischenstückes vom Hornhautsclerarande entfernt. Der Wulst ist breit und niedrig. Die innere Scleraplatte ist sehr dünn, reicht aber bis zum Ende des Muskels. Die Knochenplatten sind lang und dünn. Sie greifen nur wenig über einander; sie enthalten kleine Markräume mit wenigen Blutgefässen und vielen grossen Fettzellen.

Der Ciliarmuskel ist lang und gut entwickelt. Er ist etwas über ein Drittel länger an der temporalen Seite. Er entspringt dicht hinter dem Wulste und vor dem Knochenringe und reicht an der temporalen Seite rückwärts bis hinter den vorderen Rand der Knorpelschale, an der nasalen dagegen gerade bis zur Knorpelschale. Der Crampton'sche Abschnitt bildet den grössten Theil. Die Fasern verlaufen vorn schräg, d. h. von innen vorn nach hinten aussen. Sie liegen locker, so dass sie einzeln genau zu verfolgen sind, und es zeigt sich auch hier, dass an die zugespitzten Enden der Muskelfasern sich dünne Bindegewebsbündel als Sehnen ansetzen, welche die Verbindung zwischen dem Crampton'schen und Brücke'schen Muskel vermitteln. Dieses lockere meridional faserige Gewebe, welches die Lücke zwischen dem hintern Ende des einen Muskels und dem vordern des andern ausfüllt, kann thatsächlich nicht als ein Theil der Sclera angesehen werden, was durch meine Präparate besonders deutlich wird, da an einigen derselben dieses Zwischengewebe von der Sclera losgelöst ist und das Aussehen einer Muskelsehne unverkennbar zeigt. Da wo der Nerv im Muskel liegt, hat der letztere ein gefiedertes Aussehen.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes enges Dreieck, dessen äussere und innere Seite fast gleich lang sind, dessen vordere Seite etwa $^1/_5$—$^1/_6$ der Länge der beiden anderen ausmacht. Der Raum ist ganz erfüllt von Gewebe, welches in Faserrichtung und Bau dem bei Buteo vulgaris ähnlich ist. Die vordersten zarten Faserzüge verschmelzen sich mit der pigmentirten Bindegewebsschicht der Irisvorderfläche. Die stärksten Bündel gehen auch hier vom Wulst zur Grundplatte hinter der Iriswurzel. Die übrigen Fasern und Faserzüge nehmen die Richtung nach hinten und bilden ein Netzwerk.

Die Falten haben dieselbe Form und dasselbe Aussehen wie bei Buteo vulgaris.

Die Iris ist auf meinen Präparaten schmal und dünn und besitzt eine schwache Muskulatur. Die Sphincterfasern sind durch die ganze Irisdicke verbreitet, spärlicher hinten und dichter in der Pupillargegend. Die Dilatatorfasern sind sehr spärlich, bilden aber eine Schicht in den Ciliaren der Iris. Die Iris ist reichlich mit Nerven versorgt, deren kleine circulär verlaufende Aestchen in der ganzen Irisdicke sichtbar sind. Ausserdem ist auf der Irisvorderfläche eine ausserordentlich dicke Schicht von pigmentirtem Binde-

gewebe, welche sich in der Ciliargegend etwas von der Vorderfläche loslöst und dieselbe Anordnung wie bei Buteo vulgaris zu haben scheint. Obwohl ich auf meinen Präparaten keine Blutgefässcapillaren in dieser Schicht getroffen habe, so ist es mir doch wahrscheinlich, dass sie bei den beiden aufgeführten Tagraubvögeln ebenso wie bei den Reihervögeln vorkommen. Grössere Blutgefässe fand ich im Innern der Iris.

18. Strix bubo.

An dem Auge des Uhu, welches durch seine hohe, ja man möchte sagen übertriebene Entwicklung die Forscher von jeher angezogen hat, fällt insbesondere die Länge und Gestalt des Zwischenstückes auf, welches, um eine Ausdrucksweise von Leuckart zu wiederholen, das Auge einem Operngucker ähnlich macht; daneben die erhebliche Asymmetrie, welche sich in einer weitgehenden Verschiedenheit der nasalen und temporalen Seite ausprägt; und endlich die Ungleichheit des senkrechten und horizontalen Durchschnittes. Sömmering[3]) gibt 40,90 als senkrechten und horizontalen Durchmesser ohne Rücksicht auf den letzterwähnten Umstand; H. Müller[5]) dagegen 41,5 für den horizontalen und 35 für den senkrechten Durchmesser. Dies stimmt nahezu vollkommen mit meiner in der oben gegebenen Tabelle (s. S. 131) niedergelegten Messung. Den Durchmesser der Hornhaut, welchen Sömmering[3]) zu 23,68, H. Müller zu 23,5 bestimmt haben, finde ich nach sorgfältiger Untersuchung an zwei Augen 25 mm gross.

Die Hornhaut ist stark gewölbt, aber in der Mitte weniger als in den Seitentheilen. Sie ist dünn im Vergleich zu ihrer Grösse und der des Auges. Sie zerfällt deutlich in zwei Schichten, von denen die vordere in die äussere, die hintere in die innere Scleraplatte übergeht. In dem langen Zwischenstücke tritt das fibröse Gewebe zurück gegenüber der Knochensubstanz. Der Knochenring bildet etwa $^5/_6$ des ganzen Zwischenstückes. Das letztere ist am dicksten an der Stelle, welche dem Linsenäquator gegenüberliegt, da hier der Knochen seine grösste Dicke erlangt. Die Knochenplatte reicht sehr weit nach hinten über die Knorpelschale. Der Wulst ist hoch und breit. Von ihm nach hinten geht die innere Scleraplatte, gleichmässig dünn vom Anfange zum Ende des Muskels.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau dieser Theile ist Folgen-

des zu bemerken. Am Rande der Hornhaut treten die Lamellen der vordern und hintern Schicht auseinander, und man bemerkt zwischen ihnen Faserzüge von circulärer und schräger Richtung; diejenigen Bündel, welche in meridionaler Richtung verlaufend, die Lamellen der Hornhaut fortsetzen, sind im Zwischenstück dicker und gröber. Derartige meridional verlaufende Züge trifft man in der äussern Schicht ausschliesslich, weiter innen dagegen auch dicke querverlaufende Fibrillenbündel; und endlich an den Muskel angrenzend einen zarteren Zug von Fasern, welcher meridional, also der Richtung des Muskels parallel verläuft. Die Knochenplatten sind ausserordentlich dick, besonders vorn, wo sie in Folge dessen stumpf endigen, während sie hinten zugeschärft auslaufen. Sie enthalten zahlreiche grosse und kleine Markräume, welche durch dünne Scheidewände getrennt sind und viele Blutgefässe, Fettzellen und andere Zellen unbekannten Charakters enthalten; die feste Substanz der Knochen ist auf ein geringes Maass reducirt. Der Wulst besteht aus einem dicken Netzwerk pigmentirter Faserzüge mit vorwiegend meridionaler Richtung.

Der Ciliarmuskel ist sehr lang und eigenthümlich gestaltet, wie die Abbildung zeigt. Er hat seinen vordern Ansatz in einem lockern Gewebe, welches an den Hornhautrand und den Wulst anstösst und nach aussen von letzterem liegt, also zwischen den Wulst und den Beginn der äusseren Scleraplatte eingeschlossen ist; hier beginnt er mit einem lockeren Gewebe am inneren Hornhautende ausserhalb einem dicken Bande, wird nach hinten allmählich dünner, hört auf und beginnt von Neuem, um fast bis zur Knorpelschale zu verlaufen. Dies sind die beiden Stücke des Muskels, das Crampton'sche und das Brücke'sche, welche schon andere Autoren, z. B. Exner (s. unten)[17]) beschrieben haben; der Müller'sche Muskel fehlt. Die Fasern sind dick und stehen dicht. Von den Fasern des Crampton'schen Muskels verlaufen diejenigen, welche der innern Scleraplatte anliegen, dieser parallel, die übrigen nähern sich in schräger Richtung der Sclera, um dann an dieser hinzuziehen, ihre Biegung mitmachend. Alle endigen spitz, und ein Bindegewebszug als Sehne nimmt sie auf, um in einem Abstand, der dem zehnten Theile des Gesammtmuskels gleichkommt, weiter hinten den Fasern des Brücke'schen Muskels zum Ursprunge zu dienen. Der ciliare Muskel des Uhu-Auges besteht demnach aus einem vorderen vorn dicken, rückwärts scharf

zugespitzten und aus einem hinteren kurzen dünnen Theile, sowie aus einer langen Zwischensehne.

Der Fontana'sche Raum bildet ein langes enges Dreieck, dessen äussere Seite die längste, dessen innere Seite etwas kürzer ist, und dessen vordere Seite ein Drittel der Länge der äusseren hat. Faserzüge vom Wulste zur vordern Fläche der Iris konnte ich nicht finden. Die kurze vordere Seite bildet mit der äussern einen sehr spitzen, mit der inneren einen stumpfen Winkel. Das Gewebe besteht aus für ein Vogelauge dicken bis 0,01 mm messenden Fibrillenbündeln. Von diesen gehen die meisten vom vordern Theile des Wulstes zur Grundplatte unmittelbar hinter der Iriswurzel, einige von der inneren Scleraplatte zu weiter rückwärts liegenden Theilen der Grundplatte, der hintere Abschnitt des Fontana'schen Raumes ist jedoch gänzlich frei von Fasern. Anastomosen der Bälkchen kommen nicht vor.

Die Falte erreicht hier ihre höchste Ausbildung unter allen von mir untersuchten Vögeln. Ihr Linsenrand ist etwa dreimal so lang wie ihr Kammerrand; er greift daher vorn zwischen Iris und Linse weit an der Vorderfläche der letzteren hin und überschreitet hinten erheblich den Aequator, und der Petit'sche Raum ist, wie Angelucci[11]) meint, und wie auch ich glaube, bis hinten von den Falten eingeschnitten; was jedoch, wie aus den oben (Seite 150) bei der Beschreibung des Taubenauges gemachten Angaben und aus verschiedenen meiner Abbildungen (Figg. 2, 3, 6, 12) hervorgeht, nicht für andere Vögel gilt. Der Linsenrand der Falte ist von papillenartigen Wülsten bedeckt, wovon Fig. 16 auf Grund eines gegen die Linsenoberfläche senkrecht gerichteten und mehrere Falten quer treffenden Schnittes ein Bild gibt. Eine vollkommen ausreichende Vorstellung erhält man jedoch erst durch ein Präparat des ganzen vordern Uvealabschnittes, welches die Falten nach Herauslösung der Linse zeigt. An einem solchen erscheint ein durch sämmtliche Linsenränder der Falten gebildeter gewölbter Raum, in welchem die einzelnen Falten nicht glatt, sondern von Papillen bedeckt sich zeigen.

Die Iris zeichnet sich auffallenderweise durch schwache Muskulatur aus und besitzt eine besondere Formation sehr merkwürdiger Zellen. Die Verbindung der Iriswurzel mit der Grundplatte des Corpus ciliare ist, wie Sömmering schon bemerkt hat, dünn. Vom ciliaren Rande an erreicht die Iris schnell ihre

grösste Dicke und schärft sich gegen den pupillaren Rand langsam zu. Die schwache Muskulatur beschränkt sich auf die hintere Lage. Die Muskelfasern fangen innerhalb des Ciliarrandes an und bilden eine Schicht von etwa einem Fünftel der Irisdicke; die Faserrichtung ist zuerst fast radiär, dann schräg und in der Pupillargegend fast circulär. Im Ganzen macht auf mich der Muskel den Eindruck eines Dilatators, und so auffallend es ist, muss ich doch erklären, dass ich bei keiner der von mir untersuchten Eulenarten einen deutlichen Sphincter gefunden habe. Statt dessen finde ich beim Uhu Capillaren (besonders auf der Vorderfläche) und grosse Zellen (s. Fig. 15), welche Fettzellen am ähnlichsten sehen. Diese Zellen nehmen $^4/_5$ der Dicke der Iris ein und sind in Reihen angeordnet, reichlicher im ciliaren Abschnitt und abnehmend gegen den pupillaren Rand. Sie messen etwa 0,02 mm im Durchmesser und enthalten gewöhnlich, aber nicht immer, einen Kern, welcher manchmal in der Mitte, manchmal an der Seite liegt. Der Zelleninhalt scheint aus kleinen glänzenden Tropfen zu bestehen. Man trifft diese Zellen in verschiedenen Zuständen, welche vielleicht Stadien eines Vorganges sind, deren hauptsächlichste und durch die Abbildung wiedergegebene daher hier geschildert werden sollen. 1) Grosser Kern, gleichmässig gekörnter Zellleib ohne glänzende Tropfen; 2) grosser Kern, gekörnte Randzone, glänzende Tropfen in einer den Kern umschliessenden Zwischenzone; 3) kein Kern, keine gekörnte Randzone, glänzende Tropfen im ganzen Raume der Zelle. Da die untersuchten Augen durch Alcohol und durch Aether behufs der Celloidineinbettung hindurchgegangen waren, so konnte ich trotz verschiedener Färbungen und trotz der drei möglichen Schnittrichtungen, welche ich zur Anwendung brachte, nicht alles aufklären; frische Augen konnte ich leider nicht erhalten.

Ich habe dieselben Zellen auch bei den andern Eulenarten gefunden, nur etwas kleiner und bräunlich pigmentirt. Erwähnt finde ich sie nur bei Leuckart, welcher sagt: „Die Vögel mit gelber Iris zeigen gelbe Fetttropfen von auffallender Grösse, die oftmals gruppenweis von Gefässen umzogen sind und bei schwacher Vergrösserung dann ein zierliches Aussehen darbieten.“

Ein grosses Blutgefäss, über dessen Verlauf Serienschnitte Auskunft geben, erhebt sich, aus der Grundplatte des Corpus ciliare kommend, an der Iriswurzel frei in die vordere Kammer, von pig-

mentirtem Gewebe bekleidet und kehrt im Bogen zur vordern Fläche der Iris zurück.

19. Noctua cunicularia.

Die Augen sämmtlicher Eulenarten stimmen so sehr untereinander und mit dem Uhu-Auge überein, dass ich mich bei den nun folgenden Beschreibungen kurz fassen kann.

Speciell kann für Noctua cunicularia alles gelten, was soeben gesagt worden ist über Hornhaut, Zwischenstück der Sclera, Knochenring, Wulst, innere Scleraplatte und ciliaren Muskel, jedoch mit folgenden Abänderungen: das Auge ist noch stärker asymmetrisch wie das des Uhu, indem das Zwischenstück an der temporalen Seite um ein Drittel länger ist wie an der nasalen; die Knochenplatten sind kürzer und ihre compakten Wände dicker; die Fasern des Muskels liegen sehr locker, so dass sie einzeln in ihrem Verlaufe genau verfolgt werden können; der Muskel ist kürzer und dicker an der temporalen wie an der nasalen Seite.

Der Fontana'sche Raum ist im Auge der Erdeule verhältnissmässig länger und enger wie in dem des Uhu, da einer gleich langen äusseren und inneren Seite eine vordere mit nur $^1/_7 - ^1/_8$ der Länge der beiden anderen gegenübersteht. Von dem Gewebe kann das beim Uhu Gesagte gelten.

Ebenso von der Faltenform.

Die Iris zeigt die gleiche Anordnung der Muskulatur, die gleiche Schicht runder Zellen, die gleichen Gefässe wie die des Uhu.

20. Glaucidium ferrugineum.

Ueber das Auge dieser kleinen Eulenart kann ich mit wenig Bemerkungen hinweggehen.

Die Hornhaut ist kleiner als die der anderen Arten. Der ciliare Muskel ist schwach und die Zwischensehne lang, verglichen mit der bei den eben beschriebenen Vögeln.

In der Iris liegen die eigenthümlichen Zellen so dicht, dass für Muskelfasern und Blutgefässe nur wenig Platz übrig bleibt.

21. Strix flammea.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit gegenüber den drei vorhergehenden Eulenarten liegt darin, dass die Schicht runder Zellen in der Iris fehlt; wenigstens habe ich sie nicht gefunden,

dafür aber dichtes dunkles Pigment, welches den Bau der Iris verdeckt, speciell die Anordnung des Muskels, den ich nur in der pupillaren Zone bemerkt habe. Die Iris ist auf meinen Präparaten breit und dünn, am Pupillarrande so sehr, dass hier die Pars epiblastica an Dicke die Pars mesoblastica übertrifft. Ein bogenförmig in die Kammer erhobenes Gefäss habe ich auch hier an der Iriswurzel getroffen.

Im Uebrigen habe ich noch zu bemerken, dass alle drei Durchmesser gleich lang sind; dass die Hornhaut verhältnissmässig gross, das Zwischenstück der Sclera auch hier sehr unsymmetrisch, der Wulst klein ist. Der ciliare Muskel gleicht dem von Glaucidium und der Fontana'sche Raum sammt Gewebe dem des Uhu.

22. Rhea americana.

Das Zwischenstück der Sclera ist kurz und dick. Der Knochenring ist dick aber kurz, indem er nur die hinteren $^2/_3$ des Zwischenstückes einnimmt. Beide Scleraplatten sind am vorderen Ende des Zwischenstückes durch pigmentirtes Gewebe geschieden. An dieser Stelle ist die innere Scleraplatte sogar dicker wie die äussere, nämlich um den dritten Theil. Während aber die äussere nach hinten zunimmt, so dass sie ihre grösste Dicke am vorderen Rande des Knochenringes erreicht, fällt die innere gleich hinter dem Wulste zu einer dünnen Schicht ab und verläuft, allmählich noch mehr verdünnt, bis zum hinteren Ende des Muskels. In dem fibrösen Gewebe des Zwischenstückes ist auch hier wieder ausser den vorwiegend meridional verlaufenden Zügen und den circulären Bündeln an der Innenseite des Knochenringes ein mehr lockerer meridionaler Zug zu bemerken, welcher unmittelbar an die Aussenseite der Muskelnische grenzt. Die Knochenplatten sind vorn dick, nach hinten zugeschärft und legen sich weit über die Knorpelschale. Sie bestehen aus compakter Substanz mit wenig Markräumen, enthalten ausserordentlich viele Blutgefässkanäle und greifen sehr weit über einander. Der Wulst ist klein aber hoch.

Die Muskelnische reicht weit nach vorn. In Uebereinstimmung damit liegt das vordere Ende des Muskels weit vor dem des Knochenringes, dicht hinter der Hornhautscleragrenze. Der Muskel ist lang, vorn dick und nach hinten verschmälert. Die vordersten Fasern verlaufen schief von innen vorn nach aussen hinten und indem diese Richtung allmählich in eine rein meri-

dionale übergeht, bietet der vordere Abschnitt das Aussehen eines Fächers. Es gibt also keine Scheidung in Abschnitte, vielmehr erscheint der Muskel anatomisch als eine Einheit.

Der Fontana'sche Raum bildet ein weites Dreieck, indem die vordere Seite fast so lang ist, wie die beiden anderen. Gewebe scheint nur in seinem vordern Abschnitt enthalten zu sein, jedoch darf ich nicht unterlassen einzugestehen, dass eine ringförmige Luftblase sich bei der Celloidineinbettung in ihm gefangen hatte, welche auf allen meinen Schnitten wiederkehrte und dadurch störend war, dass sie die Bälkchen etwas verschoben hatte. Ungewöhnlich dicke Fibrillenbündel, an denen ovale Kerne reichlich zu bemerken sind, gehen vom Wulste zum Faltenstamm und zum vordern Theile der Grundplatte des Corpus ciliare. Die dahinter gelegenen Fasern sind feiner und mässig verzweigt.

Der Linsenrand der Falte ist kurz und ziemlich glatt, womit die geringe Entwicklung seitlicher Anhänge, worüber der Querschnitt Aufklärung gibt, in Uebereinstimmung steht.

Die Iris, welche auf meinen Präparaten breit erscheint, hat ihre grösste Dicke in der Mitte und schärft sich nach beiden Rändern hin zu. Ihre Muskulatur ist stark und so besonders angeordnet, dass ihr eine genauere Schilderung zu Theil werden muss. Der Sphincter übertrifft wie gewöhnlich den Dilatator, aber er ist mit diesem in einer solchen Weise vermischt, dass sich eine deutliche Trennung in zwei Schichten nicht machen lässt. Der Sphincter findet sich in der ganzen Breite der Iris, aber so, dass man veranlasst ist, zwei Zonen desselben, eine ciliare und eine pupillare zu scheiden; erstere schneidet mit dem Ciliarrande der Iris selbst ab und nimmt ein Viertel der Breite nach ein, letztere reicht von dem Pupillarrande bis zur Mitte; erstere beschränkt sich der Dicke nach auf den vordern Theil der Iris, letztere füllt am pupillaren Rande die ganze Dicke der Pars mesoblastica, zieht sich aber weiter nach aussen auch auf die vordere Hälfte zurück. Der Dilatator ist in der Nähe des ciliaren Randes allerdings als gesonderte dicke Schicht abzugrenzen, aber weiter nach innen fährt er vollkommen auseinander, und seine Fasern schieben sich zwischen die des Sphincter hinein; auch schrägverlaufende Fasern kommen vor. Endlich ist noch hervorzuheben, dass in der ciliaren Hälfte der Iris die Fasern an Dicke bedeutend die in der pupillaren Hälfte übertreffen.

Schlussbetrachtungen.

An die vorausgehende systematische Darstellung schliesse ich einige Bemerkungen, bei denen ich mich auf Ciliarmuskel, Iris und Fontana'sches Gewebe beschränke.

1. Der Ciliarmuskel.

Die morphologische Betrachtung steht dem Ciliarmuskel mit der Frage gegenüber, ob derselbe als ein zusammenhängender Muskel oder als eine Muskelgruppe anzusehen sei; oder, wenn sich eine klare einsinnige Antwort hierauf nicht geben lässt, in welchem Grade eine Sonderung in Abschnitte nachweisbar und bei welchen Vögeln sie vorhanden sei. In der Literatur finden beide Meinungen ihre Vertretung: Crampton[15]), Brücke[16]), H. Müller[5]), Leuckart[2]) und Exner[17]) beschreiben die einzelnen Abschnitte als getrennte Muskeln; wogegen Donders[8]), Mannhardt[18]) und Nuel und Hosch[9]) einen einzigen Muskel finden. Alle diese Forscher waren von physiologischem Interesse geleitet, und es lässt sich nicht verkennen, dass die Antwort auf die gestellte Frage anders ausfiel, je nachdem Neigung vorhanden war, das anatomische Bild zu einer willkommenen Grundlage durchsichtiger physiologischer Darstellung zu machen, oder daneben noch den morphologischen Thatsachen ihre Unabhängigkeit zu lassen. Uebrigens kann es nach der physiologischen Seite hin beruhigend wirken, dass wir eine physiologische Theorie — die von Exner — besitzen, nach welcher es auf das Gleiche herauskommt, ob der ciliare Muskel des Vogelauges eine Einheit oder eine Dreiheit ist.

Die vorliegende Arbeit nun beschränkt sich ganz auf die Darstellung der morphologischen und speciell, wie eingangs erwähnt, der topographischen Verhältnisse. Die einzige physiologische Bemerkung wird da, wo sie sich wirklich aufdrängt, im Anschluss an das Gewebe des Fontana'schen Raumes gemacht werden.

---

15) Crampton, Thomson's Annalen T. I.

16) Brücke, Müller's Archiv 1846 S. 375.

17) Exner, Ueber d. Funktion d. M. Cramptonianus. Sitzber. d. k. Ak. d. Wissensch. zu Wien 85. Bd. III Abth. Jänn.-Heft 1882.

18) Mannhardt, Arch. f. Ophth. V. III 43. V. IV 269.

Morphologisch, wenn man für die Gesammtheit der im Vorhergehenden dargestellten Verhältnisse einen Ausdruck sucht, muss man sagen: das Vogelauge besitzt einen ciliaren Muskel. Dieser ist, verglichen mit dem des Säugethierauges, stets lang, zuweilen sehr lang (Raubvögel), er kann dünn (Ente) oder dick (Taube) sein, bis an die Hornhautscleragrenze rücken (Crax Blumenbachii) oder weit hinter derselben zurückbleiben (Pinguin), vorn seine grösste Stärke besitzen (Strauss) oder hier ähnlich wie am hintern Ende zugeschärft sein (Cassicus). Der Trennung in die drei Abschnitte, den Crampton'schen, Müller'schen und Brücke'schen habe ich, wo es immer anging, nachgespürt und darüber das einzelne oben verzeichnet. Es ergibt sich dabei aber kein einfaches anatomisches Verhalten, besonders kein so einfaches wie derjenige glaubt, welcher ein für das Vogelauge im Allgemeinen gültiges Schema aus der Literatur kennt. Die Merkmale nämlich, nach denen Trennungen in Abschnitte an dem ciliaren Muskel der Vögel gemacht werden können, sind von verschiedener Art: Faserrichtung, Ansatz, Längsspaltung und Trennung der Quere nach. Für alle diese Umstände finden sich im Vorausgehenden Beispiele; aber gegenüber der Fülle dieser Beispiele erkennt man eben, dass, wenn man an dem ciliaren Muskel eines bestimmten Auges die Trennung in Abschnitte zuerst auf Grund eines und dann auf Grund eines andern Merkmales vornehmen würde, sich die Resultate nicht decken würden. Unter den Ursachen der wechselnden Anordnung spielen auch unwesentliche, d. h. aus der Funktion des Muskels selbst nicht hervorgehende, eine Rolle; in erster Linie ist hier die Lage des Nervenstammes resp. Plexus zu berücksichtigen, welcher entweder in der Muskelnische selbst oder in der innern Scleraplatte seinen Platz findet und eine Störung verursacht, die zuweilen nur durch Einschiebung einer von der Innenwand der Muskelnische abgezweigten Bindegewebsplatte gut zu machen ist, worauf sich dann die Anordnung eines gefiederten Muskels gründet, wie sie oben öfters erwähnt worden ist.

Der Crampton'sche Muskel speciell soll dadurch charakterisirt sein, dass seine Fasern schief von vorn und innen nach hinten und aussen laufen und sich an die Sclera befestigen. Dies trifft bei fast allen Vögeln zu, aber trotzdem ist eine scharfe Sonderung von einem weiter nach hinten gelegenen Abschnitt, dem Müller-schen Muskel damit nicht gegeben. Vielmehr zeigt sich in Wahr-

heit, dass die Richtung der vordersten Fasern zwar schief ist, aber dass meistens die folgenden Fasern ganz allmählich abweichen, bis eine rein meridionale Richtung erreicht ist; und dass man von Fasern, welche sich an die Sclera selbst (äussere Scleraplatte) zu befestigen scheinen, ganz allmählich zu solchen gelangt, welche in einem lockern, an der Aussenwand der Muskelnische meridional verlaufenden Bindegewebe ihre Sehne finden. In dieser Hinsicht bestehen die Angaben von Nuel und Hosch noch immer zu Recht.

2. Iris.

Obgleich die Iris oben als ein muskulöses Gebilde bezeichnet wurde, so kann doch, wie aus der systematischen Beschreibung hervorgeht, weder behauptet werden, dass die Muskulatur immer den gleichen Grad der Entwicklung habe, noch dass ausser ihr nicht andere wesentlich an der Bildung der Iris betheiligte Elemente vorkommen. Ein gewisses Wechselverhältniss besteht zwischen Muskulatur und Bindegewebe: bei starker Muskulatur ist das Bindegewebe schwach (Taube) und umgekehrt (Fasan); doch kommen auch Fälle vor, wo beides kräftig entwickelt ist (Ara).

Besondere Gewebsformationen bilden zuweilen vor der muskulösen Lage der Iris eine besondere Schicht, die sogar an Dicke die erstere übertreffen kann (Uhu); ob diese Formationen nur der Pigmentirung dienen, bleibt hier dahingestellt.

Für die Muskulatur kann als typisch angenommen werden ein Sphincter, der vom pupillaren bis zum ciliaren Rande reicht, in der Nähe des ersteren die ganze Dicke einnimmt, im Uebrigen aber an der hintern Fläche eine Schicht für den Dilatator frei lässt; ein Abbiegen von Dilatatorfasern nach vorn in die Sphincterfaserschicht kann gleichfalls als typisch gelten. Doch sind, wie sich gezeigt hat, die Abweichungen von diesem Typus bedeutend, ja fast extrem. Der Eintritt von Dilatatorfasern zwischen die des Sphincter und die schräge Verlaufsrichtung kann so bedeutend werden, dass dadurch streckenweise das Bild eines gesonderten Sphincter und Dilatator ausgelöscht wird: hierzu tritt die Ueberkreuzung zweier schiefer Systeme beim Pinguin. Der Dilatator kann äusserst schwach sein (Taube); und er scheint allein als klar ausgesprochener Muskelzug zu existiren (Eulenarten).

3. Das Fontana'sche Gewebe.

Das den Fontana'schen Raum erfüllende Gewebe, welches

ich übrigens nach den Ergebnissen der Untersuchung im frischen Zustande und nach Behandlung mit Essigsäure nicht für elastisch halte (elastisch im chemischen Sinne), ist im hintern Theile des Raumes, wo es häufig auch fehlt, von sekundärer Bedeutung; mechanisch wesentlich sind diejenigen Abschnitte, welche aussen ihre Stütze an dem ringförmigen Wulste finden, welcher an der Hornhautscleragrenze liegt und zweifellos auch die Bedeutung hat, dem erwähnten Gewebe zur Stütze zu dienen. Es ist sicher, dass der wichtigste Theil dieser Bälkchen auf den vordern Abschnitt der Grundplatte und durch diesen hindurch auf die Faltenstämme wirkt; zuweilen ist er sogar allein vorhanden (Eulenarten, Strauss). Darf man aber desswegen denjenigen Theil des Gewebes übersehen, der davor liegt und sich mit der Iriswurzel und der Vorderfläche der Iris, zuweilen bis zur Mitte (Pinguin) verbindet? Dieses vordere Gewebe ist fast immer vorhanden; es ist zwar oft zart (Ictinea) oder doch locker, aber man erkennt bestimmte Beziehungen auf dasselbe im Bau der vordern Fläche der Iris, wo öfters eine reichlichere Anhäufung von Bindegewebe da zu beobachten ist, wo diese Bälkchen sich befestigen. Am weitesten geht jedoch die Beziehung zwischen diesem Gewebe und der Iris bei Ara, wo die vorderen Bälkchen kaum von den zur Grundplatte gehenden unterschieden sind, der ciliare Abschnitt der Iris ihnen eine besonders abgesetzte Fläche mit kegelförmigen Erhebungen zuwendet und die Fasern des Dilatator iridis sie als Sehnen benutzen. Das anatomische Bild gestattet hier, eine vom Pupillarrande bis zum Wulst des Hornhautsclerarandes gehende Beziehung der muskulösen und bindegewebigen Kräfte anzunehmen, woran leicht — was jedoch ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegt — Ideen über ein complicirtes Spiel der Synergie der Kräfte der Iris und des Corpus ciliare angeschlossen werden könnten, wobei auch der von mir allein beim Ara gefundene ringförmige ciliare Muskel eine Rolle zu spielen hätte. Immerhin würden wir um der physiologischen Klarheit willen den vordern oder Irisabschnitt des Fontana'schen Gewebes („Irisfortsätze") von dem hintern oder ciliaren scheiden, eine Trennung, welche ebenso, wie die speciellen Angaben gezeigt haben, auf Grund der histologischen Untersuchung zu machen ist.

Die vorliegende Arbeit ist unter Leitung des Herrn Doctor H. Virchow im Berliner anatomischen Institute gemacht worden

und ich möchte an dieser Stelle dem Genannten meine aufrichtigste Dankbarkeit für seine freundliche Unterstützung und immer bereitwillige Anregung aussprechen.

Auch Herrn Cand. med. Zimmermann habe ich für die treu ausgeführten Zeichnungen bestens zu danken.

Die Hauptbelegpräparate für die in vorstehender Arbeit mitgetheilten Befunde sind der Sammlung des Berliner anatomischen Instituts einverleibt worden.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XII, XIII und XIV.

Fig. 1. Aptenodytes demersa. Vergr. 20 × Embryograph. In dieser Figur und in allen übrigen bedeutet Ch. Chorioides, Cj. Conjunctiva, Co. Hornhaut, Fa. Falte, Fo. Fontana'scher Raum resp. Fontanasches Gewebe, G. Grundplatte des Corpus ciliare, I. Iris, Knc. Knochen, Knp. Knorpel, L. Linse, M. Ciliarmuskel, N. Nerv, P. Petit'scher Raum, Sc. Sclera, a. Scl. pl. äussere Scleraplatte, i. Scl. pl. innere Scleraplatte, St. Faltenstamm, V. Blutgefäss, W. Wulst. a. weitmaschiger Theil des Fontana'schen Gewebes, b. dichtmaschiger Theil des Fontana'schen Gewebes.

Fig. 2. Anas anser domestica. Vergr. 20 × Embryograph.

Fig. 3. Ardea egretta. Vergr. 25 × Embryograph.

Fig. 4. Gallus domesticus. Vergr. 25 × Embryograph.

Fig. 5. Crax Blumenbachii. Vergr. 20 × Embryograph.

Fig. 6. Coturnix communis. Vergr. 30 × Embryograph.

Fig. 7. Columba domestica. Vergr. 30 × Embryograph.

Fig. 8. Dasselbe. Querschnitt der Iris und der Falten vor dem Ansatz am Linsenäquator. Leitz System. 3, Oc. III. Cv. Capillaren, Sm. Sphincterfasern, v. Zl. vordere Zellenlage der Pars epiblastica iridis, h. Zl. hintere Zellenlage derselben, Znl. zonula Zinnii, ff. Fa. faserfreier Theil der Falten, ft. Fa. fasertragender Theil der Falten.

Fig. 9. Dasselbe. Iriswurzel und Faltenstamm. Syst. 7, Oc. III. Leitz. Str. Stroma. Die übrigen Bezeichnungen wie oben.

Fig. 10. Dasselbe. Faser des Fontana'schen Gewebes. Syst. 7, Oc. III. Tubus ausgezogen.

Fig. 11. Ara (species). Vergr. 20 × Embryograph.

Fig. 12. Ictinea plumba. Vergr. 20 × Embryograph.

Fig. 13. Strix bubo. Vergr. 7,5 × Embryograph.

Fig. 14. Dasselbe. Vergr. 4 × Embryograph.

Fig. 15. Dasselbe. Zellen der Iris. Syst. 7, Oc. III. Ausgezogen. Bg. Bindegewebe, Fe. fettartig glänzende Tropfen, K. Kern, Rz. Randzone von Protoplasma.

Fig. 16. Dasselbe. Querschnitt der Falten mit Linsenkapsel. Syst. 3, Oc. III. Gy. Papillenartige Wülste (Gyri).

Fig. 17. Noctua cunicularia. Vergr. 15 × Embryograph.

Ueber den feineren Bau des Pferdehufes.

Von

Dr. **C. Nörner.**

(Arbeit aus dem thierphysiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.)

Hierzu Tafel XV.

Anatomie der Huflederhaut.

Bevor wir auf den feineren Bau des Pferdehufes näher eingehen, wollen wir uns die groben anatomischen Verhältnisse unseres Organes — soweit dieselben in den Rahmen der uns gestellten Aufgabe gehören — kurz in das Gedächtniss zurückrufen.

Betrachten wir einen Pferdehuf (im Nachstehenden ist unter „Huf" der Kürze halber stets das von der Hornkapsel befreite Ende des Pferdefusses gemeint), dessen Hornschuh wir künstlich entfernt haben, so sehen wir, dass derselbe mit einem weichen, hautartigen Gewebe umgeben ist. Es ist dies die Huflederhaut, welche wir als eine Fortsetzung der allgemeinen Hautdecke anzusehen haben. Diese wird je nach ihrer Lage verschieden bezeichnet, und zwar unterscheidet man den Fleischsaum, die Fleischkrone, die Fleischwand, die Fleischsohle und den Fleischstrahl.

Der Fleischsaum erscheint in Gestalt eines wenige mm breiten Streifens; er liegt dicht unter dem behaarten Theile der allgemeinen Decke. Nach rückwärts setzt er sich auf die Ballen (die hintere Partie des Hufes) fort, erreicht hier seine grösste Breite und geht schliesslich in den Fleischstrahl über, um sich in der mittleren Strahlfurche allmählich zu verlieren. Von der unter ihm befindlichen Fleischkrone ist er durch eine deutliche Linie

(der sogenannte Kronenfalz) geschieden. An seinem ganzen Umfange ist er mit kleinen, 1 bis 2 mm langen, fadenförmigen Fortsätzen (Papillen) bedeckt.

Nach abwärts schliesst sich hieran die Fleischkrone (der Kronenwulst), ein ca. 16 bis 20 mm breiter, ringförmiger, halbkugeliger Wulst. Die Fleischkrone beginnt an der Zehe[1]), verbreitert sich ein wenig nach den Seiten, um sich gegen die Ballen hin zu verschmälern und abzuflachen. An der rückwärtigen Seite des Hufes schlägt sie sich auf die Sohle (die Basis des Hufes) um, bildet einen Theil des Fleischstrahles und geht unmerklich in das Gewebe der Fleischsohle über. Wie schon der Fleischsaum, so ist auch die Fleischkrone rings herum mit dicht gedrängt stehenden, kegelförmig gestalteten Verlängerungen besetzt, nur dass diese Papillen viel stärker und mächtiger entwickelt sind als die des Fleischsaumes. Sie erreichen eine beiläufige Länge von 5 bis 7 und mehr mm. Diese Kronenpapillen bilden auf der unteren Fläche des Hufes an der Seite der gleich zu erwähnenden Fleischblättchen den sogenannten Eckstrebentheil der Fleischkrone und verschmelzen schliesslich mit den Papillen der Fleischsohle.

Unterhalb der Fleischkrone befindet sich die Fleischwand. Diese bedeckt das Hufbein, dessen Periost sie zugleich bildet, und zum Theil auch die äussere Fläche des dem Hufbeine seitwärts aufsitzenden Hufknorpels. Die Fleischwand unterscheidet sich von der Kronenwulst einmal durch das völlige Fehlen der eben erwähnten Papillen, dann dadurch, dass die Aussenfläche derselben in ihrem ganzen Umfange mit dünnen, dicht neben einander stehenden, blattförmigen Gebilden — den Fleischblättchen — besetzt ist. Dieselben erreichen ihre grösste Mächtigkeit an der Zehenwand, verlaufen hier in gerader Richtung von oben nach abwärts und bilden daselbst mit der Fleischsohle einen ungefähren Winkel von 45° (Sohlenwinkel). Die parallel zu einander gestellten Blättchen, deren Zahl sich auf 500 bis 600 (Leisering) beläuft, nehmen, je weiter sie sich von der Zehe entfernen und sich den Ballen nähern, eine stetig schräger werdende Richtung an, so dass der Sohlenwinkel immer spitzer wird, während sie sich zu gleicher Zeit mehr und mehr verkürzen. Schliesslich schlagen sie sich am

1) Man theilt den Pferdehuf von vorn nach hinten ein in die Zehen-, Seiten- und Trachtenwand.

rückwärtigen Theile des Hufes unterhalb der Ballen unter einem spitzen Winkel auf die Sohle über und bilden den Eckstrebentheil der Fleischwand. Sie nehmen nun rasch an Grösse ab und hören endlich auf.

Die Lederhaut an der unteren Fläche des Hufes führt die Namen Fleischsohle und Fleischstrahl. Erstere bekleidet die Sohlenfläche des Hufbeines und bildet zugleich das Periost desselben. Sie hat ein ähnliches Aussehen wie die Fleischkrone, da sie ebenfalls in ihrem ganzen Umfange mit kegelförmigen, nach abwärts gerichteten Zotten besetzt ist. Mit den übrigen Theilen der Huflederhaut steht sie, wie wir bereits gesehen haben, in innigstem Zusammenhange.

Nach rückwärts geht die Fleischsohle in den Fleischstrahl, welcher wie ein mächtiger Keil von hinten her in sie hineingeschoben ist, über.

Der Fleischstrahl ist von dreieckiger Gestalt. Unter ihm hat das sogenannte Strahlkissen (zelliger Ballen und zelliger Strahl), jenes eigenartige elastische Polster, welches wie ein Gummipuffer zum Auffangen des Stosses bei der Bewegung des Pferdes dient, seinen Platz. Am Fleischstrahl unterscheidet man eine mittlere und zwei seitliche Strahlfurchen. In gleicher Weise wie die Fleischsohle ist auch der Fleischstrahl mit Papillen, die zwar etwas kleiner, aber dafür dichter gestellt als jene sind, bedeckt. Nach rück- und aufwärts setzt sich der Fleischstrahl in die äussere Haut fort, welche an dieser Stelle zwei halbkugelige Erhabenheiten, die Ballen, überzieht.

Methode der Untersuchung.

Da die Pferde bereits bei geringen krankhaften Störungen im Innern des Hufes stark lahmen und hierdurch grosse Schmerzen zu erkennen geben, so ist die Annahme gerechtfertigt, dass der Huf der Sitz zahlreicher Nerven sein müsse. Diese zu erforschen resp. die Endigungen derselben klar zu legen, war mit die Hauptaufgabe vorliegender Arbeit. Gerade dieser Theil der Untersuchung war es, welcher wegen seiner bedeutenden Schwierigkeiten, die hauptsächlich auf die Unzuverlässlichkeit unserer heutigen Nervenmittel beruhten, so ungemein viel Zeit zu seiner Herstellung erforderte.

Da es uns wegen der anzuwendenden Reagentien (Osmiumsäure und Goldchlorid) darum zu thun war, möglichst frisches Material zu erhalten, so wandten wir uns nach der hiesigen Centralrossschlächterei (Greifswalderstrasse) und liessen uns dort das untere Ende eines Vorderfusses — die Untersuchung hat sich nur auf Vorderhüfe beschränkt — von einem eben geschlachteten Pferde bis zum Fesselgelenk abschneiden. Unser Augenmerk war natürlich hauptsächlich darauf gerichtet, einen, soweit dies anging, annähernd normalen, oder sagen wir lieber einen mit nicht allzu groben Fehlern behafteten Huf zu erlangen. Hierauf begaben wir uns sofort nach der neben der Centralrossschlächterei gelegenen Schmiede des Schmiedemeister Hänseler, woselbst uns in freundlicher Weise genügendes Handwerkzeug zur Verfügung gestellt wurde.

Das schwierige und mühsame Geschäft, den Hornschuh zu entfernen, wurde nun in der Weise vorgenommen, dass zuerst mit dem englischen Rinnmesser auf der Hufsohle eine kreisförmige Rinne, die ungefähr einen Daumen breit vom Sohlenrande gleichmässig entfernt war, angelegt und dieselbe bis dicht auf die Fleischsohle vertieft wurde. Diese Rinne wurde bis zu den Eckstreben verlängert und hierauf ungefähr in der Mitte der Trachtenwand eine zweite Rinne angelegt, die, an der Krone beginnend, in senkrechter Richtung nach abwärts bis zum Sohlenrande verlief, so dass hierdurch die zuerst angelegte Vertiefung auf der Sohle geschnitten wurde. Dann wurde die ganze Hornsohle, nachdem sie ein wenig, damit die Zange besser greifen konnte, mit einem Hebel von der darunter gelegenen Fleischsohle emporgehoben war, mit der Kneipzange an ihrem vorderen Ende erfasst und durch einen kräftigen Ruck nach rückwärts abgerissen[1]). Um

1) Hierbei sei kurz erwähnt, dass diese Methode, das Horn von der Fleischsohle zu entfernen, in der Brüsseler Thierarzneischule fast bei allen Nageltritten, die etwas tief gehen und bei denen man grössere traumatische Verletzungen fürchtet, angewendet wird. Dieses Verfahren sieht zwar bei lebenden Pferden etwas roh aus, hat aber das Gute, dass solche Verletzungen, selbst wenn sie bis in das Hufbein sich erstrecken, ungemein leicht heilen, da man die Wunde besser behandeln kann. Unliebsame Complikationen (Starrkrampf, Necrose und Gangrän) treten hiernach fast nie auf. Die Patienten bekommen einen Druckverband (Splintverband) und können bereits nach

noch das Horn von der Fleischwand zu entfernen, wurde eine weitere Rinne in der Mitte der Zehenwand nach abwärts bis zur Sohlenrinne gezogen und dann das Wandhorn mit der Zange in sanftem Zuge entfernt. Durch diese Methode, das Horn loszulösen, wurden die Weichtheile, wie Fleischblättchen und Papillen nach Möglichkeit geschont, und namentlich wurde der Uebergang der Fleischblättchen in die Fleischsohle, um den es uns, wie wir bei Besprechung der Nerven sehen werden, ganz besonders zu thun war, unversehrt erhalten, vorausgesetzt, dass keine pathologischen Veränderungen (Verwachsung der Fleischblättchen mit dem Horn u. s. w.) bestanden, wie sich solche bei alten Pferden vielfach finden.

Nachdem das Horn entfernt war, wurden sofort kleine Stückchen der Huflederhaut herausgeschnitten und in die schon bereit stehenden Reagentien (Osmiumsäure und Goldchlorid) gethan.

Was das Pferdematerial betrifft, so konnten leider zum Studium der Nerven, da es sich hierbei für uns um eben getödtete Thiere handelte, fast nur alte Pferde, wie sie sich auf der Centralrossschlächterei eben vorfanden, also im durchschnittlichen Alter von 15—18 Jahren, genommen werden. Nur einmal glückte es, ein junges Pferd zu benutzen.

Zur Erforschung des histologischen Baues der Huflederhaut im Allgemeinen wurden hauptsächlich Hüfe junger Pferde verwendet. Hierbei wollen wir gleich bemerken, dass sich die Arbeit lediglich auf das Studium der Huflederhaut und der sie bedeckenden Hornschicht beschränkt.

Kleine Stücke derselben wurden entweder in toto in Picrocarmin (nach Ranvier; bezogen von Dr. Pelletan in Paris) gefärbt und zwar blieben sie mehrere Tage (bis zu 8 Tagen) in dieser Farbflüssigkeit liegen; dann wurde gehärtet (in Alkohol), mit Celloidin auf Kork geklebt und mit dem Mikrotom geschnitten. Die Schnitte wurden nachher für kurze Zeit in mit Picrinsäure schwach angesäuertes Wasser gethan, um eine bessere Gewebsdifferenzirung zu erzielen. Eingebettet wurde in Canadabalsam oder in Ameisensäure haltigem Glycerin (nach Ranvier). Oder aber die Stücke wurden erst geschnitten und dann gefärbt (Picrocarmin, ammoniakalischer Carmin, Safranin etc.). Recht brauch-

---

wenigen Tagen mit diesem Verbande wieder ihren gewohnten Dienst verrichten.

bare Bilder lieferten Doppelfärbungen von Picrocarmin mit Bismarckbraun, Hämatoxylin (Grenacher und Weigert), Alauncochenille (Csokor) etc.[1])

Zur Untersuchung der Nerven wurden die meisten der empfohlenen Methoden[2]) nach einander in Anwendung genommen, jedoch nur wenige lieferten nennenswerthe Resultate. Dadurch dass das Färben der Nerven namentlich im Anfang vielfach missglückte, wurde die Arbeit wesentlich in die Länge gezogen. Am erfolgreichsten von allen den probirten Methoden der Untersuchung erwies sich ein Färben kleiner, dem frisch getödteten Thiere[3]) entnommener Stücke der Huflederhaut in Osmiumsäure (1 : 100) während 24—48 Stunden; dann Auswaschen und Färben in toto in Picrocarmin. Diese Methode hat den grossen Nachtheil, dass die schwarzgefärbten Nervenfäden, wenn die Präparate nicht mit Picrocarmin tingirt sind (hiernach scheinen sie sich sehr gut zu halten), nach und nach verblassen und unkenntlich werden.

Auch die Goldmethode führte vielfach zum Ziele. Dieser haftet nun leider der Uebelstand der Unbeständigkeit an; die Präparate werden zu ungleichmässig gefärbt; auch misslingt sie sehr oft. Das Einlegen frischer Stücke in Goldchlorid (1 : 100) für kurze Zeit (10 bis 15 Minuten), wie dies von den meisten Autoren empfohlen wird, war für ein Färben der Hufnerven ganz unzureichend. Wirklich gute Bilder wurden nur erzielt, wenn man die frisch entnommenen, möglichst kleinen Stücke in Ameisensäure (1 Theil Säure zu 2 Theilen Aq. dest.) legte, bis sie genügend durchsichtig geworden waren (nach 1 bis 5 Minuten); hierauf Auswaschen in Aq. dest., dann in Goldchloridlösung (1 : 100 und 1 : 200; schwächere Lösungen, wie 1 : 500 und 1 : 1000, haben sich bei vorliegender Arbeit als völlig ungenügend erwiesen) während 20 Stunden, Auswaschen und nun zur Reduktion des Goldes nach 24 Stunden in verdünnte Ameisensäure an einem dunklen Orte (Lö-

1) Vgl. Nörner, Zur Behandlung mikroskopischer Präparate. (Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie, Bd. III, 1886, p. 19—23.)

2) Vgl. Ranvier, Histologie, p. 826—900.

3) Von einigen Forschern wird neuerdings hervorgehoben, man solle, um gute Nervenbilder darzustellen, kein frisches Material nehmen. Dem möchte ich entgegnen, dass ich in Brüssel wiederholt Material von Cadavern, die bereits einige Stunden gelegen hatten, entnommen habe, ohne jedoch weder mit Osmiumsäure noch mit Goldchlorid je ein Resultat zu erzielen.

wit'sche Goldmethode[1]), dann Härten in Alkohol absolutus. Oder noch vorher Färben in toto in Picrocarmin.

Das Einbetten der Stücke in Paraffin, Wachs, Vaseline u. s. w. hat keinen Vortheil gewährt. Am besten war immer die Methode, die Stücke nach dem Härten mit Celloidin auf Kork zu kleben. Von den so behandelten Stücken wurden Schnittserien (bis zu 200) angefertigt. Untersucht wurde in verdünntem Glycerin. Gute Schnitte, die reichlich Nerven enthielten, wurden nach dem Färben noch kurze Zeit in verdünnte Picrinsäurelösung gelegt, dann in starken Alkohol, in absoluten Alkohol, in ein Gemisch von absolutem Alkohol und Nelkenöl, in Nelkenöl, Canadabalsam. In so behandelten Präparaten sind die Nerven dunkelviolett bis schwarz gefärbt und heben sich vortheilhaft von dem rothen Untergrunde des Gewebes ab.

Wenn man Ameisensäure vor dem Einlegen der Stücke in Goldchlorid nicht anwendet, so tritt nach unserer Erfahrung eine gute Färbung der Nerven nicht ein. Die Wirkung des Reagenz erstreckt sich in diesem Falle nicht in die Tiefe. Die Färbung des Präparates ist ferner eine sehr ungleichmässige. Schlägt die Goldmethode jedoch ein, so tritt die Färbung der Nerven bei weitem schöner und prägnanter zu Tage, als dies nach Osmiumsäure je der Fall ist; die Präparate halten sich auch dem Anscheine nach recht gut und lange. Das Gelingen der Goldmethode ist leider nur zu oft illusorisch. Es haftet ihr ferner, wenn man die Löwit'sche Methode der Untersuchung einschlägt, der Nachtheil an, welcher sich für uns recht störend erwies, dass die Enden der feinen Papillen der Fleischkrone und der Fleischsohle, in denen die Endigung der nervösen Elemente stattfindet, durch die längere Einwirkung der Ameisensäure zu stark aufgeweicht werden und später für die Beobachtung verloren gehen.

Erwähnen wollen wir noch, dass das von Flemming[2]) eingeschlagene Verfahren einer Mischung von Osmiumsäure, Chromsäure und Eisessig recht leistungsfähig ist.

---

1) S. Gierke, Färberei zu mikroskopischen Zwecken. In Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie, Bd. I, 1884, p. 404. — Dieser Aufsatz enthält eine sehr übersichtliche Zusammenstellung der gebräuchlichen Färbemethoden.

2) Flemming, Mittheilungen zur Färbetechnik; Zeitschrift für wiss. Mikroskopie, Bd. I, 1884, p. 349.

Es ist stets von Vortheil, die anzuwendenden Lösungen, Osmiumsäure und Goldchlorid, vor dem Gebrauch frisch herzustellen, da der Erfolg alsdann ein bedeutend sicherer ist. Hämatoxylin, Bismarckbraun, wie überhaupt alle solche Farbstoffe, deren Hauptwirkung sich auf Kernfärbung erstreckt, eignen sich nicht besonders dazu, um mit Goldchlorid und Osmiumsäure behandelte Stücke zu färben. —

Begonnen wurde die vorliegende Arbeit in dem Laboratorium des Herrn Professor Csokor (Wien, Thierarzneiinstitut), fortgesetzt in dem thierphysiologischen Laboratorium der École vétérinaire de l'État in Brüssel (1884/85) und schliesslich in dem thierphysiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin[1]) beendet.

Histologie der Huflederhaut.

Beginnen wir die Reihe unserer histologischen Betrachtungen mit dem Kronengewebe. Wir haben hier zuerst den Fleischsaum und dann die Fleischkrone. Beide sind jedoch in ihrer feineren Bauart so nahe mit einander verwandt, dass wir sie in histologischem Sinne als ein Gewebe betrachten können.

Wir wir bereits eingangs bemerkt haben, ist die Huflederhaut als eine direkte Fortsetzung der allgemeinen Körperdecke anzusehen. Wir finden daher auch alle histologischen Bestandtheile derselben in der Huflederhaut vertreten. Eine Ausnahme hiervon machen jedoch die Haare und die Drüsen. Diese, welche noch oberhalb des Fleischsaumes in grosser Menge vorhanden sind, hören plötzlich, sowie man in das Gewebe der Fleischkrone kommt, auf. Auch hier können wir demnach von einer Epidermis, einer Cutis und einem subcutanen Bindegewebe sprechen.

In analoger Weise wie das Rete Malpighii der Haut Zellen producirt, die je weiter sie von der Stätte ihrer Bildung durch nachwachsende junge Zellen nach aussen gedrängt werden, mehr und mehr verhornen (die Epidermiszellen), so ist es auch bei der Cutis des Hufes der Fall, nur dass hier der Verhornungsprocess bedeutend intensiver vor sich geht und früher eintritt.

---

1) Den Herren Professoren Csokor, Laho und Zuntz für freundliche Unterstützung in Betreff meiner Arbeit meinen verbindlichsten Dank.

Als Epidermis müssen wir das ganze abgesonderte Horn ansehen. Da dieses in so ausserordentlicher Mächtigkeit producirt wird, so muss in gleicher Weise die Horn absondernde Schicht sehr verbreitet sein. Wie bei der Körperhaut, so haben wir auch beim Hufe als Basis für die Epidermisabsonderungen Fleischpapillen, die mit dem Rete Malpighii bedeckt sind. Entsprechend der Mächtigkeit der Hornschicht erfreut sich der Papillarkörper der Huflederhaut einer starken Entwicklung. Dadurch dass die Papillen an der Krone und an der Sohle sehr lang sind und die Fleischwand in Form vieler kleiner Falten (Fleischblättchen), die wir ebenfalls als modificirte Papillen (s. unten) auffassen müssen, auftritt, gewinnt die hornabsondernde Fläche ungemein an Ausdehnung.

Querschnitte durch die Fleischkrone und die Fleischsohle bieten uns im Allgemeinen das gewohnte Bild der Haut. Die äusserste Schicht wird von mehr oder weniger stark verhornten Zellen, dem Stratum corneum, gebildet. Unterbrochen wird dieselbe durch die durchtretenden Fleischpapillen. Die Abstände zwischen den Papillen wechseln je nach dem Orte, dem die Schnitte entnommen sind, ungemein. Zeitweilig stehen die Papillen dicht gedrängt neben einander; dann sind sie wieder durch breite zwischen ihnen liegende Hornmassen (Zwischenhorn) von einander getrennt. Das Stratum corneum geht nach innen in das Rete Malpighii über. Hierauf folgt das Gewebe der Cutis, welches sich in den Papillartheil, dem Corpus papillare, und in das eigentliche Cutisgewebe, dem Stratum vasculosum, gliedert. Letzteres ist von bindegewebigem Charakter und zeichnet sich durch den grossen Reichthum an Blutgefässen und Nerven aus. Nach einwärts folgt alsdann an der Krone ein mächtiger Panniculus adiposus, zwischen dessen Fettzellen sich grosse nach verschiedenen Richtungen verlaufende Muskelbündel vorfinden.

An der Hufsohle bildet ein Theil des Stratum vasculosum als Stratum periostale das Periost für die untere Fläche des Hufbeines.

Betrachten wir uns die Bildungsweise und die Art der Beschaffenheit der jungen Hornzellen näher, so sehen wir, dass die Grenze zwischen epidermoidalem Gewebe und dem der Cutis sehr scharf ausgesprochen ist. Das Rete Malpighii wird von dem Corpus papillare durch einen strukturlosen Saum, der wie eine glashelle Membran erscheint, da er sich (in Picrocarmin) weniger färbt,

geschieden. Die diesem aufsitzenden jungen Retezellen haben ein palissadenförmiges Gefüge. Sie erscheinen meistens als eine schmale, nur aus 2 Zellreihen bestehende Zone. Die Zellen der oberen Lage sind schmal, keulenförmig gestaltet, das obere Ende derselben ist breit, abgerundet, das untere, mit dem sie der Grenzmembran aufsitzen, vielfach fadenförmig verlängert. Die Kerne sind der Zellform entsprechend lang und sehr schmal. Dicht gedrängt zwischen diesen Zellen findet sich eine zweite Reihe, die, man möchte sagen, einen unfertigen Eindruck machen. Sie sind schmäler, kleiner als die vorigen. Die Gestalt derselben ist, da sie sehr dicht bei einander stehen, nur an sehr dünnen Schnitten deutlich zu erkennen. Die Kerne sind gleichfalls in die Länge gezogen; sie sind meistens gegen den äusseren Rand der Zellen vorgeschoben; der dadurch an der Basis der Zellen entstandene kernfreie Raum ist mit feinkörnigem Plasma erfüllt. Sie sind als Ersatzzellen aufzufassen. Diese beiden Zellreihen — man findet jedoch auch bisweilen nur eine Reihe, deren Zellen alsdann cylinderförmig gestellt sind — repräsentiren das Rete Malpighii der Huflederhaut. Sie sind es, welche die Hornzellen erzeugen.

Oberhalb derselben stossen wir auf Zellen, die beträchtlich grösser sind; ihre Gestalt ist rundlich. Die Kerne sind ebenfalls gross und rund. An diese Uebergangszellen[1]) schliesst sich eine mächtig entwickelte Schicht, welche aus Stachelzellen[2]) besteht.

Die Stachelzellen (s. unsere Figur 4, dieselbe stellt 7 isolirte Stachelzellen bei 550facher Vergrösserung dar) besitzen eine mannigfache Gestalt. Sie sind rund, länglich rund, viereckig oder polyedrisch. Im Innern derselben findet sich ein grosser, runder oder ovaler Kern, der vielfach einen doppelten Contour erkennen lässt. Im Innern der Zellkerne treten häufig Kernfiguren in Gestalt runder aus verdichtetem Plasma gebildeter Haufen auf. Die Oberfläche unserer Zellen ist mit grossen Stacheln, wie sie in unserer Fig. 4d (Grösse 1 : 1025) angedeutet sind, besetzt. Sie sind schärfer, länger und spitzer als die beim Menschen aufgefundenen Riffzellen

---

1) Ein eigentliches Stratum granulosum fehlt. S. Kunsien, Ueber die Entwicklung des Hornhufes bei einigen Ungulaten. Inaugural-Dissertation. Dorpat 1882; p. 13.

2) Vgl. Kunsien; l. c. p. 6 und p. 35.

der Haut. Ueberblickt man ein gelungenes Präparat[1]), wie solche nach mehrtägiger Behandlung mit Osmiumsäure (1 : 100) zu Tage treten, so erstaunt man über die grosse Ausdehnung dieser Stachelzellenformation und über die regelrechte Mosaik ihrer Anlage. Die Stachelzellen greifen mit ihren Fortsätzen wie zwei in einandergesteckte Bürsten innig in einander.

Während die Stachelzellen in der Nähe des Rete einen einfach contourirten Kern aufweisen, wird derselbe nach aussen bei vielen Zellen doppelt contourirt. Hie und da bemerkt man an genügend dünnen Schnitten Lücken innerhalb der Stachelzellen und sieht es fast so aus, als wäre der Kern an solchen Stellen verloren gegangen. Die jugendlichen Stachelzellen erscheinen anfänglich spindelförmig gebaut; sie runden sich jedoch bald ab; auch sind ihre Fortsätze weniger entwickelt.

Nach aussen ändert sich die Beschaffenheit der Stachel- resp. Hornzellen allmählich. Sie verlieren, je weiter wir uns vom Rete entfernen, ihre rundliche Gestalt und werden dafür breiter und niedriger. Die stachelige Beschaffenheit ihrer Oberfläche verschwindet mehr und mehr. Die Zellränder, die bisher noch deutlich zu erkennen waren, verwischen sich, bis schliesslich in einem weiteren Stadium des Verhornungsprocesses das Horn eine mehr derbe, homogene Beschaffenheit annimmt und nur die noch lange Zeit sichtbar bleibenden Kerne auf die früher bestandene Zellstruktur schliessen lassen. Schliesslich verschwinden auch die Kerne und ist ihre ursprüngliche Form nur noch aus kleinen kreisförmigen Haufen von Pigment, welches sich, wie wir gleich sehen werden, mit Vorliebe in den Kernen der Stachelzellen ablagert, zu erkennen.

Die Hornzellen des Hufes zeichnen sich durch ihren Reichthum an Pigment aus. Dieses findet sich nicht in diffuser Form, sondern stets als Kügelchen von minimaler Grösse. — Hierbei wollen wir gleich einschalten, dass das zwischen den Fleischpapillen gelegene (Zwischen-) Horngewebe nicht gleichmässig beginnt,

1) Gute Bilder erzielt man ferner durch Färben der Stücke in toto in Picrocarmin, Einlegen der Schnitte für einen Augenblick in ganz schwache Picrinsäurelösung. Das Grundgewebe erscheint hiernach roth gefärbt mit dunkleren Kernen, die Hornzellen gelb, ihre Kerne roth; auch treten die Stachelfortsätze gut zu Tage.

sondern dass es in Form kleiner, verschieden grosser Hornpapillen, von denen man an der Sohle 3 bis 4 zählen kann, in das Cutisgewebe eingesenkt ist, welches zwischen ihnen in entsprechender Anzahl kleine Fleichpapillen bildet. — Die Pigmentablagerung findet zuerst am Basaltheile der Hornpapillen in der Weise statt, dass am oberen, nach aussen gerichteten Rande jener oben erwähnten Stachelzellen kleine, runde Körnchen von Pigment auftreten, die anfänglich nur vereinzelt, sich später um den oberen Theil des Zellkernes in grosser Zahl ansammeln, bis sie schliesslich in solcher Menge angewachsen sind, dass sie den Kern vollständig verdecken und die Zelle erfüllen (s. unsere Figur 4, a bis c, Stachelzellen mit beginnender Pigmentablagerung). Indem die Stachelzellen von innen her durch stete neue Proliferation von jungen Zellen nach und nach in die Höhe geschoben werden, nehmen sie zugleich auf ihrer Wanderung nach aussen das in ihnen abgelagerte Pigment mit. In Präparaten, in denen die Stachelzellenformation in Folge der angewandten Tinktionsmethode nicht deutlich zum Vorschein kommt, scheinen die Pigmentkörner am unteren Papillarrande häufig in Form von langen, zusammenhängenden Streifen zusammengeflossen zu sein oder sie bilden höchst unregelmässig gestaltete sternförmige Figuren. Häufig nehmen jedoch auch die Cylinderzellen des Rete Antheil an der Pigmentablagerung und erscheinen dieselben dann bisweilen mit Pigment ganz erfüllt. Die Menge des Pigmentes hängt vor allem von der Farbe des Hufhornes ab. Dunkelgefärbte Hufe enthalten naturgemäss mehr Pigment als weisse.

Kehren wir nach dieser nothwendig gewordenen Abschweifung wieder zur Besprechung unseres in Rede stehenden Gewebes zurück.

Durchbrochen wird die Schicht des Zwischenhorngewebes von den Fleischpapillen, die von dem Corpus papillare gebildet werden. Die Papillen sind im Grunde genommen nichts Anderes als enorm vergrösserte Hautpapillen. Sie sind höchst unregelmässig gestaltet. Ihre Grösse ist sehr wechselnd und richtet sich ganz nach dem Orte, dem die Schnitte entstammen. Die Papillen des Fleischsaumes und die am Uebergange der Fleischkrone in die Fleischblättchen und der Fleischblättchen in die Fleischsohle sind die kleinsten, die Papillen in den seitlichen Strahlfurchen der Sohle die längsten u. s. w.

Die Grundform der Papilen ist die eines Kegels, welcher der

Cutis mit breiter Basis aufsitzt, sich nach abwärts verjüngt und abgerundet oder in einer Spitze endet. Das Corpus papillare besteht aus Bindegewebe, welches reich an Gefässen und, wie wir später sehen werden, auch an Nerven ist. Bedeckt sind die Fleischpapillen von dem Rete Malpighii, dessen Cylinderzellen jedoch rasch den Charakter der Stachelzellen annehmen. In der Regel tritt eine grosse dickwandige Arterie in die Papille ein; sie läuft in der Mitte derselben, ihr zur Seite die Nerven. Das zuführende Papillargefäss gabelt sich und löst sich in ein reiches Capillarnetz auf. Die Capillaren, deren Lauf vielfach geschlängelt ist, steigen bis dicht unter das Rete in die Höhe, schwellen hier etwas an, kehren um und sammeln sich zur Vene. Am besten sieht man diese Verhältnisse an injicirten Fohlenhufen.

An Querschnitten durch die Papillen (Tangentialschnitte durch die Krone oder Sohle) erkennt man, dass dieselben eine verschiedene Form haben. Dieselben sind entweder rund (und dies ist meistens der Fall), oder oval, bisweilen länglich (s. Figur 5, Querschnitt durch eine Kronenpapille bei 145facher Vergrösserung, Str. p. = Stratum papillare, R = Rete Malpighii, C = Stratum corneum).

Die Papillen haben übrigens nicht den einfachen Bau eines Kegels, der mit einer Hornschicht umkleidet ist, sondern die Oberfläche derselben ist mit kleinen Längsleisten (blattähnlichen Vorsprüngen) versehen, die zum Theil rings um die Papillen herumlaufen, zum Theil nur an zwei Seiten derselben auftreten. Auf Querschnitten erscheinen diese Leistchen als winzige kleine Papillen zweiter Ordnung (Secundärlamellen; s. Figur 5). Dieselben lassen sich vielfach bis zur Spitze der Papillen verfolgen (vergl. auch Figur 11).

Die kleinen Fleischpapillen des Zwischenhorngewebes, welche sich zwischen den kleinen Hornpapillen desselben befinden, haben einen ganz ähnlichen Bau wie die grossen Papillen. —

Verlassen wir jetzt die Papillen und wenden wir uns zunächst zur Besprechung der Fleischwand. Dieselbe gliedert sich in die eigentliche Fleischwand und in die Fleischblättchen. Letztere erscheinen wie die Blätter eines Buches, deren Rücken in die Fleischwand eingelassen ist. Obwohl die einzelnen Fleischblättchen sehr dicht gedrängt stehen, so lassen sie dennoch grosse Zwischenräume zwischen sich, die am lebenden Pferde von den

Hornblättchen vollständig ausgefüllt werden. Die Fleischblättchen bilden den wichtigsten Theil des Hufes. Ihr histologischer Bau ist jedoch keineswegs so einfach, wie derselbe auf den ersten Blick erscheint.

Sehen wir uns, um ein recht klares Bild zu erhalten, ein isolirtes und tingirtes Fleischblättchen erst bei schwacher Vergrösserung an, so bemerken wir, dass die Seitenflächen desselben nicht die einfache, glatte Form eines Blattes besitzen, sondern dass die Oberfläche derselben mit kleinen, unregelmässigen, der Länge nach verlaufenden Lamellen bedeckt ist. Es sind dies nichts Anderes als seitliche Auswüchse der (primären) Fleischblättchen, die zum Unterschiede von diesen mit dem Namen der secundären Fleischblättchen bezeichnet werden.

Die Form der Fleischblättchen wird am besten aus solchen Querschnitten durch die Fleischwand ersichtlich, in welchen sich das abgesonderte Horn (die Hornblättchen) noch im Zusammenhang mit den Fleischblättchen befindet. Die besten und übersichtlichsten Bilder hierfür liefern pathologische Processe und zwar Verlöthungen der Fleischblättchen mit den Hornblättchen, wie sich solche als Residuen von früher bestandenen Entzündungsprocessen vielfach finden. Das mikroskopische Bild wird bei solchen mehr oder weniger atrophischen Zuständen nicht durch zu reichliche Zellbildung, wie sie unter normalen Verhältnissen vor sich geht, getrübt. In Figur 1 haben wir einen derartigen Vorgang wiedergegeben. Dieselbe stellt einen Querschnitt dar durch die noch im Zusammenhange mit den Hornblättchen befindlichen Fleischblättchen. Sie ist nach einem mikroskopischen Präparat vom Photographen Carl Günther (Berlin, Behrensstrasse 24) angefertigt. Wir sehen hier mehrere von oben nach unten verlaufende dunkel gefärbte Stränge ohne jegliche Structur. Es sind dies die bereits vollkommen verhornten mittleren Theile (centraler Hornstrang) der (primären) Hornblättchen. Seitwärts von ihnen befinden sich verschieden gestaltete, papillöse Fortsätze, die nach aussen hin scharf begrenzt erscheinen. Zwischen den Hornblättchen haben wir die Fleischblättchen, deren zahlreiche durchschnittene Gefässe als Lücken im Gewebe auftreten.

Betrachten wir nun unseren Schnitt bei stärkerer Vergrösserung (Figur 2). In der Mitte unseres Bildes befindet sich ein Fleischblättchen, ihm zur Seite je ein Hornblättchen, deren Central-

theil auch jetzt noch völlig structurlos erscheint. In Wirklichkeit waren jedoch die Kerne der früheren Hornzellen als schmale, längliche, etwas granulirte Figuren sichtbar. Die den Hornblättchen (scheinbar) aufsitzenden Papillen sind abgerundet. Der Rand derselben wird von dicht aneinandergelagerten Cylinderzellen mit grossen ovalen oder länglichen Kernen eingenommen. Es sind dies unsere alten Bekannten, die Zellen des Rete Malpighii, welche hier nur in einer Reihe auftreten. Der Kern dieser Randzellen findet sich stets in einiger Entfernung vom Rande. Die Zellbasis erscheint hell und enthält feinkörniges Plasma; die Grenze gegen das Fleischblättchen wird dadurch scharf markirt. Der Raum zwischen ihnen und dem centralen, verhornten Theile der Hornblättchen wird von verschieden gestalteten, meistens runden oder polygonalen Zellen mit runden oder ovalen Kernen ausgefüllt, die sich sehr bald in die bekannten Stachelzellen umwandeln. Dieser Theil unserer Papillen wird mit dem Namen der secundären Hornblättchen bezeichnet. Die zwischen ihnen befindlichen Verlängerungen des Fleischblättchens heissen secundäre Fleischblättchen. Wir können demnach in unserer Figur (2), wenn wir uns von der Mitte derselben nach den Seiten wenden, folgende Gebilde unterscheiden: Primäres Fleischblatt, secundäre Fleischblättchen, secundäre Hornblättchen, primäre Hornblättchen.

An der Basis der Fleischblättchen ist der centrale Theil der primären Hornblättchen noch nicht verhornt (Figur 1). Die vom Rete abgesonderten polygonalen Zellen liegen anfänglich in der Richtung des Querdurchmessers der Blättchen; sie machen jedoch bald, indem sie von den nachwachsenden jungen Zellen nach aussen fortgeschoben werden, eine Wendung und verlaufen nun in der Richtung des Längendurchmessers; zugleich ist ihre Gestalt dem entsprechend länger und schmäler geworden. Je weiter sie nach aussen gedrängt werden, um so mehr büssen sie durch den Druck der nachwachsenden Zellen ihre ursprüngliche Form ein und verhornen allmählich, bis sie schliesslich den centralen Hornstrang der Hornblättchen darstellen.

Die Hornblättchen, die demnach an ihrem basalen Ende ein völlig zelliges Gefüge haben, verjüngen sich nach innen mehr und mehr und laufen schliesslich in einer dünnen Spitze, nachdem sie sich noch ein grosses Stück in das eigentliche Cutisgewebe hinabgesenkt haben, aus. Ein gleiches Schicksal erleiden die secun-

dären Hornblättchen. Sie nehmen nach innen (in unserer Figur 1 nach abwärts) gradatim an Grösse ab und hören bereits vor dem Ende der primären Hornblättchen auf. Letztere nehmen übrigens ihren Ursprung in der Fleischwand durchaus nicht immer in gleicher Höhe. Sie beginnen einmal höher, das andere Mal tiefer (Figur 1). Ausserdem treten vielfach Theilungen (Gabelungen) der Hornblättchen und zwar in verschiedener Höhe derselben auf (vergl. Figur 7 bei x, welche einen Querschnitt durch die Wand eines injicirten Fohlenhufes halbschematisch darstellt).

Die Form der secundären Hornblättchen, auf Querschnitten im Allgemeinen an die Figur eines Eichenblattes erinnernd, variirt sehr bedeutend je nach der Stelle, welcher wir die Schnitte entnommen haben, je nach der Grösse des betreffenden Pferdes und sie ist ausserdem noch bei jedem Hufe eine von einander etwas abweichende. Im grossen Ganzen steht jedoch fest, dass die secundären Hornblättchen am unteren Theile der primären Hornblättchen eine rundliche Gestalt besitzen; nach aufwärts werden sie mehr in die Länge gezogen und zugleich stehen sie etwas nach innen gerichtet (vergl. Fig. 1).

Die Grösse der primären Fleischblättchen ist gleichfalls sehr wechselnd; sie richtet sich nach der Gegend, der dieselben entstammen, ob von der Zehen- oder Trachtenwand, ob vom Eckstrebentheile der Sohle oder von der Uebergangsstelle in die Krone und in die Sohle.

Tangentialschnitte durch die Fleischblättchen (in toto in Picrocarmin gefärbt, dann in Bismarckbraun) lassen den Ursprung der Retezellen recht schön erkennen. Je nachdem wir den Schnitt höher oder tiefer führen, wechselt das Bild. Während sich die Retezellen in den unteren Schichten der Fleischwand als feine, nur wenig Zellreihen dicke Streifen von dem Grundgewebe abheben, verbreiten sich diese beginnenden Hornblättchen bei jedem höher geführten Schnitte mehr und mehr. Die Retezellen bleiben auf den Rand[1]) derselben beschränkt und in der Mitte treten an ihre Stelle Stachelzellen. Die secundären Fleischblättchen erscheinen später als kleine Längslamellen.

1) Kunsien, l. c. p. 8, bezeichnet die den freien Rändern der Fleischblättchen aufsitzenden Epithelzellen mit dem Namen Kappenzellen. — Da sie sich von den übrigen Zellen nicht unterscheiden, so haben wir keine Veranlassung gehabt, diesen Namen zu acceptiren.

Die Bildungszellen des Rete Malpighii gehören im Grunde genommen zu den Weichtheilen (Fleischblättchen), nicht zu dem Horngewebe, da sie allein es sind, von denen aus die Bildung der Hornzellen erfolgt.

Auf Querschnitten durch die Fleischwand finden wir bei künstlich ausgeschuhten Hüfen das untere, am wenigsten in der Verhornung vorgeschrittene Ende der primären Hornblättchen noch in inniger Vereinigung mit den Fleischblättchen. Weiter nach aufwärts fehlen die Hornblättchen, da sie beim Ausschuhen gewaltsam entfernt wurden. Bei Hüfen, deren Hornschuh sofort nach dem Tode des Pferdes losgetrennt wurde, ist der Rand der Fleischblättchen (s. Figur 3, Fleischblättchen der Zehenwand im Querschnitt, nach einer Photographie) mit dem fast völlig erhalten gebliebenen Rete Malpighii umsäumt — kleine Zerreissungen und Lostrennungen sind unvermeidlich —, während die abgezogenen primären Hornblättchen mit den aus dem Zusammenhange mit dem Rete gerissenen Hornzellen, welche als kleine seitliche Anhänge (die secundären Hornblättchen) auftreten, versehen sind. Lässt man dagegen längere Zeit nach dem Tode des Thieres verstreichen, ehe man den Hornschuh entfernt, so bleibt ein grosser Theil der Retezellen an den Hornblättchen haften, und Querschnitte ergeben, dass die Fleischblättchen an diesen Stellen vom Rete völlig entblösst sind.

Der Unterschied zwischen Hornblättchen und Fleischblättchen besteht streng genommen nicht, da es eine Trennung zwischen ihnen in Wirklichkeit nicht giebt und eine solche zwischen secundären Hornblättchen und secundären Fleischblättchen erst recht nicht existirt, da die Vereinigung dieser Gebilde eine viel zu innige ist — sie bilden ein abgeschlossenes Ganze — und der Uebergang zwischen ihnen ganz allmählich stattfindet.

Was wir am todten Hufe als Horn- und Fleischblättchen zu unterscheiden gewohnt sind, ist nur ein Kunstprodukt und stellt aus dem Zusammenhange herausgerissene Zellenconglomerate dar. Wir wollen jedoch die Namen, da sie sich einmal im Sprachgebrauche zu sehr eingebürgert haben, beibehalten.

Will man eine willkürliche Grenze zwischen Secundärhornblättchen und Secundärfleischblättchen annehmen, so muss man dieselbe oberhalb der Cylinderzellen des Rete suchen.

Da die Retezellen die Bildungsstätte für die Hornzellen abgeben, so ist es auch erklärlich, dass, wenn man bei Lebzeiten

des Pferdes einen Theil des Wandhornes[1]) entfernt, sich die entblösste Fläche binnen Kurzem wieder mit neuem Horn eindeckt, da eben die Retezellen an den Fleischblättchen haften bleiben.

Derjenige Theil unseres Gewebes also, der sich zwischen zwei Hornblättchen (Figur 2) befindet, stellt das eigentliche Fleischblättchen vor. Dieses besteht aus dem Corpus papillare, einem derben Bindegewebe mit zahlreichen eingestreuten Kernen, in welchem die Blutgefässe, die den Retezellen das zur Bildung neuer Zellen so nothwendige Nährmaterial zuzuführen haben, eingebettet liegen. In der Medianebene der Blättchen finden sich reichlich elastische Fasern.

Unterhalb der Fleischblättchen stossen wir auf eine mächtig entwickelte Schicht, die sich durch ihren Reichthum an Gefässen charakterisirt. Es ist dies das Stratum vasculosum. Die Grundlage desselben bildet ein fibrilläres Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern. Man erhält diese am besten nach Behandlung mit Goldchlorid (1 : 100). Sie erscheinen alsdann in Form blauer oder violetter, vielfach sich kreuzender Fäden, die sich um die Gefässe ungemein stark anhäufen. Ihren Hauptverlauf nehmen sie von innen nach aussen. Sie erstrecken sich bis in das Corpus papillare der Fleischblättchen. Namentlich an der Uebergangsstelle der Fleischwand in die Fleischsohle finden wir sie in reichlicher Menge. Im Stratum vasculosum begegnen wir auch zuerst grösseren Nervenstämmen, die von der Fleischkrone zum Sohlenrande verlaufend aus einer Anzahl von Nervenfasern bestehen.

Das Stratum vasculosum setzt sich nach innen als sogenanntes Stratum periostale oder je nachdem als parachondrales Gewebe fort und bildet als solches das Periost des Hufbeines resp. das Perichondrium des Hufbeinknorpels. Der Uebergang des Stratum vasculosum in den Knorpel geht ganz allmälich von statten. Das Gewebe, welches anfänglich ein maschiges Gefüge zeigt, indem kleine, runde Lücken vorhanden sind, verdichtet sich darauf stellenweise. An diesen verdichteten Stellen werden Knorpelzellen abgelagert, welche anfänglich in Gestalt kleiner Inseln auftreten, sehr bald jedoch confluiren und eine zusammenhängende Knorpelmasse darstellen, deren Grundsubstanz eine hyaline Beschaffenheit auf-

1) Eine Operation, die in der thierärztlichen Praxis bei entzündlichen Vorgängen im Hufe vielfach vorgenommen wird.

weist. An Querschnitten durch den Huf eines Foetus sieht man sehr instructiv, dass der später hyaline Hufknorpel aus dem Netzknorpel hervorgeht (Doppelfärben in Bismarckbraun und Hämatoxylin).

Die zahlreichen Gefässe der Fleischwand treten am übersichtlichsten an Medianschnitten[1]) zu Tage und zwar nach Anwendung der von Weigert empfohlenen Hämatoxylinfärbung[2]) für das Centralnervensystem. Die grossen Gefässe verlaufen hauptsächlich in dem Stratum vasculosum und zwar von oben (Krone) nach abwärts. Sie senden zahlreiche Aeste in das Corpus papillare der Blättchen; der Lauf dieser ist von innen nach aussen, nach dem Blattrande, gerichtet; meistens sind sie senkrecht zur Längsachse des Fleischblattes gestellt. An einzelnen gelungenen Präparaten bemerkt man jedoch auch wieder kleine Gefässe, die mit dem Rande der Fleischblättchen, nur wenig vom Rete entfernt, parallel nach abwärts verlaufen. Die Arterien lösen sich in ein reiches Capillarnetz auf, welches sich bis dicht unter die Zellen des Rete erstreckt. Die Capillaren bilden unter sich viele Anastomosen.

Für das Studium der Gefässe bildet der Huf ein dankbares Untersuchungsfeld. Wir wollen hier nur Einiges kurz hervorheben. Die Media der Arterien fällt durch ihre kolossale Stärke auf. Die Intima erscheint auf Querschnitten gefaltet. Diese Falten treten an geeigneten Längsschnitten (nach Goldchlorid) als dünne Leisten auf, die parallel mit einander in der Längsrichtung des Gefässes verlaufen. Das Epithel derselben bilden langgestreckte Zellen mit länglichen Kernen.

Die Gefässwandung bekommt je nach den in Anwendung gezogenen Reagentien ein anderes Aussehen. Nach Färben in toto in Picrocarmin mit darauf folgendem Tingiren in Hämatoxylin

1) Hierbei wollen wir darauf aufmerksam machen, dass Medianschnitte für das Studium der Blättchen nicht gerade günstig sind. Da es selten gelingt, die Schnitte völlig parallel mit dem Verlaufe der Blättchen zu erhalten, so treten die einzelnen Gewebsbestandtheile derselben (primäre Fleischblättchen, secundäre Fleischblättchen, ein Stück der primären Hornblättchen mit secundären Hornblättchen) in buntem Wechsel auf, wodurch Bilder entstehen, die anfänglich verwirren.

2) Für Nervenfärbung war diese Methode resultatlos. Möglich, dass die Entfärbungsflüssigkeit zu concentrirt war und dass man mit recht dünnen Lösungen von Ferridcyankalium weiter kommt.

(nach Grenacher) treten die Kerne der Media sehr schön hervor. Sie erscheinen nach dieser Behandlungsweise als radiär verlaufende, sehr lange und dabei etwas gebogene Gebilde. Ihre Länge steigt bis 22,4 Micra, bei einer Breite von nur 2 bis 2,4 M. Der Inhalt derselben ist stark gekörnt. Ausser diesen findet man aber auch Kerne von geringerer Länge und dann wieder solche von rundlicher Gestalt.

Nach der Behandlung mit Osminumsäure (auch nach Goldchlorid, hier jedoch weniger deutlich; ferner nach der Weigert'schen Hämatoxylinfärbung) erscheint die Gefässwand der Arterien wie eine gefensterte Membran, oder als ob sie aus unregelmässigen, netzförmig angeordneten Zellen, mit doppeltem Contour und zum Theil grossen runden Kernen bestände. Das Nähere über diese maschenförmige Anordnung[1]) ergiebt sich am besten aus unserer Figur 6 (Grösse 1 : 550).

Die Venen zeichnen sich durch ihr weites Lumen und durch die verhältnissmässig geringe Wandstärke aus. Um dieselben befindet sich eine breite Schicht längsverlaufender, sich kreuzender elastischer Fasern.

Das Stratum vasculosum ist ferner reich an Lymphgefässen, namentlich am Sohlenrande.

Injicirte Fohlenhufe (s. Figur 7) lassen den Reichthum an Gefässen trefflich zur Anschauung gelangen. An gut gelungenen Präparaten erblickt man auch die Vasa vasorum recht hübsch. Der Verlauf der ernährenden Gefässe findet meistens derart statt, dass parallel mit der Längsrichtung einer grösseren Arterie ein oder mehrere kleine Gefässe verlaufen. Von diesen gehen nun kleine Capillaren rechtwinklig rings um die Arterie. Sie bilden dabei reichlich Anastomosen.

Die Fleischblättchen sind, wie bereits angedeutet, vielfach der Sitz pathologischer Processe, die sich mit Vorliebe in den Zellen des Rete Malpighii abspielen. Wir können hierbei hauptsächlich zwei Extreme unterscheiden. Einmal Hyperplasien, die durch akute Entzündungen (Dermatitis superficialis, Möller)[2]), wie

1) Diese netzförmigen Maschen der Arterien sind nach entzündlichen Processen mit ausgetretenen Blutkörperchen vollgepfropft.

2) S. dessen klassisches Werk: Die Hufkrankheiten des Pferdes, ihre Erkennung, Heilung und Verhütung. Berlin 1880.

solche bei der als „Rehe“ bekannten und gefürchteten Erkrankung auftreten, bedingt werden. Da der Blutgefässbindegewebsapparat (das Corpus papillare) gewöhnlich in Mitleidenschaft gezogen wird, so wird den Retezellen ein starkes Plus an Blut zugeführt. Die Folge dieser abnorm gesteigerten Ernährung ist eine massenhafte Proliferation junger Retezellen, die zu schnell auf einander producirt werden, um gleich zu verhornen. Zwischen ihnen findet sich reichlich abgesondertes Exsudat. Hübsche Bilder dieser Vorgänge liefern Medianschnitte durch die Fleischblättchen (eines Rehhufes). Man sieht hier recht übersichtlich die von Blut strotzenden, geschlängelten Gefässe, deren Lumina ungemein erweitert sind, daneben zahlreiche ausgewanderte Blutkörperchen. Halten solche heftige Entzündungen längere Zeit an und verbreitet sich die Entzündung ex contiguo et continuo auf eine grössere Fläche, so kann der Zusammenhang zwischen Rete- und Hornzellen durch das reichliche Exsudat und die in Ueberfluss gebildeten jungen, nicht verhornten Zellen so gelockert werden, dass eine Trennung des Hornschuhes von den Weichtheilen (ein natürliches Ausschuhen) erfolgt.

Das Gegentheil hiervon bilden atrophische[1]) Zustände, die man an Hüfen alter Pferde beobachten kann. Sie sind Reste früher bestandener Entzündungen. Hier sind die Retezellen auf ein Minimum beschränkt. Fleischblättchen und Hornblättchen sind so innig mit einander verlöthet, dass eine mechanische Trennung derselben nicht mehr möglich ist. Letztere Formen sind es, die die übersichtlichsten Bilder von dem innigen Zusammenhange der Fleischblättchen mit den Hornblättchen liefern (s. Figur 1 und 2; Querschnitt durch die Zehenwand).

Nach aufwärts sowohl wie nach abwärts verkürzen sich die Fleischblättchen und stellen schliesslich schmale, niedrige Leisten dar, an denen man mit bewaffnetem Auge kleine, papillöse Hervorragungen bemerken kann, die anfänglich nur hügelartig sich über das Niveau der Fleischwand erheben, nach und nach aber die Form von immer grösser werdenden Papillen annehmen. Die Fleischblättchen gehen mithin direkt in die Fleischpapillen über.

---

1) Hierbei wollen wir noch bemerken, dass eine senile Atrophie der Retezellen nicht zu bemerken ist.

Dieser Vorgang findet sowohl beim Uebergange in die Krone als auch in die Sohle statt. Zu erwähnen wäre noch, dass sich in der Mitte der Zehe und zwar am unteren Rande derselben ein kleiner Einschnitt bemerkbar macht, an welchem die Fleischblättchen fehlen. An ihrer Stelle finden sich hier kleine Papillen.

Trotzdem die Fleischblättchen nach abwärts immer niedriger werden, so vermindert sich die Dicke der Fleischwand keineswegs, sondern das Gewebe des Stratum vasculosum steigt dem Abnehmen der Fleischblättchen entsprechend in die Höhe und wölbt sich sogar am Sohlenrande beim Uebergang in die Fleischsohle bogenförmig nach aussen, so dass die Huflederhaut hier, wo Wand und Sohle zusammenstossen, ihre grösste Mächtigkeit erreicht. Diese Convexität ist mit kleinen Papillen besetzt. Zu ihrer Aufnahme findet sich im abgetrennten Hufhorne eine deutlich markirte Vertiefung. An Stelle der Fleischblättchen producirt also die Huflederhaut am Sohlenrande wieder Papillen.

Etwas anders gestaltet sich der Vorgang am hinteren Rande des Hufes. Hier schlagen sich die Fleischblättchen direkt auf die Sohle über. Eine eigentliche Uebergangszone fehlt demnach hier. Indem nun die Grösse der Blättchen im sogenannten Eckstrebentheile gradatim abnimmt, verwischt sich auch der eigenartige Charakter derselben für das unbewaffnete Auge mehr und mehr. Ihr histologischer Bau bleibt jedoch noch einige Zeit erhalten. Die secundären Fleischblättchen verwandeln sich schliesslich in kleine Papillen. An Stelle der schwindenden Blättchen treten papillöse Fortsätze und damit nimmt das Gewebe unmerklich den Charakter der Fleischsohle an, in welcher wie an der Krone die Papillen prävaliren. Sie sind durch dazwischen liegende Schichten von Zwischenhorngewebe von einander getrennt. Einige Papillen an dieser Stelle zeichnen sich dadurch von den übrigen aus, dass sie sehr lang und dabei sehr schmal sind.

Querschnitte durch die Sohle zeigen uns als Grundlage des Gewebes ein fibrilläres Bindegewebe von ansehnlicher Ausdehnung, das sich durch Zerzupfen in wellige, fadenförmige Bindegewebsfibrillen zerlegen lässt. Durch Färben in toto in Picrocarmin und nachher in Bismarckbraun kommen die Bindegewebszellen sehr hübsch zum Vorschein. Die Gestalt derselben ist sehr wechselnd. Sie sind rund, oval, länglich, elliptisch, spindelförmig u. s. w., meistens mit 2 Fortsätzen versehen; bisweilen finden sich jedoch

auch mehr (bis 5). Das Bindegewebe des Stratum vasculosum bildet Lücken und Maschen, die zum Theil von den auch hier ungemein zahlreich vorhandenen Blutgefässen eingenommen werden.

Am Sohlenrande haben die Bildungszellen des Rete Malpighii keinen so ausgesprochen keulen- resp. spindelförmigen Charakter wie z. B. in der Mitte und in den hinteren Partien der Sohle, sondern sie sind mehr oval, palissadenförmig angeordnet; auch stehen sie nicht so stark gedrängt. Ihre ovalen Kerne sind etwas vom Rande entfernt.

Die Stachelzellen des Sohlenhornes verhornen ziemlich schnell. Der Verhornungsprocess geht jedoch nicht gleichmässig von statten, sondern tritt an einzelnen Stellen schärfer hervor. Da ausserdem auch die Richtung der Hornzellen wechselt, in so fern als die Längsachse einiger Zellgruppen nach aussen, anderer wieder nach den Seiten gerichtet ist, so erhält das Horngewebe namentlich an etwas dickeren Schnitten ein eigenartiges, streifiges Gefüge.

Fleischblättchen und Papillen sind im Grunde genommen vollkommen analoge Gebilde, die in histologischer Beziehung vollständig mit einander übereinstimmen. Sie bestehen aus dem Bindegewebsblutgefässapparate, welcher mit einer Schicht von palissadenförmig angeordneten Retezellen umhüllt ist. Diese haben die Aufgabe, die zum Schutze der sehr empfindlichen und nervenreichen Weichtheile nothwendigen Stachelzellen, aus denen die gesammte Hornmasse sich aufbaut, zu liefern. Wir sehen also, dass die dem Anscheine nach höchst complicirten Gebilde, wie Papillen, Hornblättchen und Fleischblättchen, sich aus höchst einfachen Gewebselementen zusammensetzen. Die Papillen sind als modificirte Fleischblättchen, die Fleischblättchen wieder als modificirte Papillen anzusehen. Die Papillen stellen wieder nichts Anderes dar als die enorm vergrösserten Analoga der Papillen der allgemeinen Körperdecke. Zu bemerken ist die ausserordentliche Ausnutzung des gegebenen Raumes. Indem sowohl Papillen als Blättchen mit vielen kleinen Längslamellen versehen sind, erhält die hornabsondernde Fläche, welche auf den denkbar kleinsten Raum beschränkt ist, in Wirklichkeit eine kolossale Ausdehnung. Nur hierdurch ist die Möglichkeit geboten, eine solche Unsumme von Hornzellen, wie sie zur Herstellung eines Hornschuhes nothwendig ist, liefern zu können.

Histologie der Nerven.

Anschliessend an die Untersuchung der Huflederhaut wollen wir uns, ehe wir zur Betrachtung der von der Huflederhaut gebildeten Hornkapsel übergehen, mit dem Bau der im Hufinnern vorkommenden Nerven vertraut machen. Bevor wir jedoch hiermit beginnen, wollen wir uns an die groben anatomischen Verhältnisse der Hufnerven erinnern.

Die uns interessirenden beiden Nerven stammen vom Mediannerv[1]) (aus dem Plexus brachialis) und laufen jederseits am Rande der Beugesehne an der Seite des Schienbeines als innerer und äusserer Schienbeinnerv nach abwärts. Der innere Schienbeinnerv sendet in der Mitte des Schienbeines einen starken Verbindungsast zum äusseren. Jeder Nerv spaltet sich am Fesselgelenk in einen vorderen und einen hinteren Ast.

Der vordere Fesselnerv geht unter der Haut schief nach vorn und abwärts und löst sich in mehrere Zweige auf, die sich in der Haut des Fessels, in dem Fleischsaume, in der Fleischkrone und in der Fleischwand verbreiten.

Der hintere, grössere Fesselnerv liegt unmittelbar am Rande der Beugesehne hinter der Arterie. Er sendet Zweige zum Ballen, zum Fleischstrahle, wendet sich dann zur inneren Fläche des Hufknorpels und theilt sich in zwei Aeste. Von diesen tritt der eine durch das zwischen den Hufbeinästen und den Hufknorpeln befindliche Loch nach aussen und spaltet sich in mehrere Aeste, von welchen der grösste in der Wandrinne des Hufbeins in Begleitung der Arterie der Fleischwand nach vorn verläuft. Er löst sich nun, nachdem er vorher einige Fäden mit dem ihm von der anderen Seite entgegenkommenden Nerven ausgetauscht hat, in eine grosse Zahl von Aesten auf, die alle nach abwärts zum Sohlenrande verlaufen.

Der zweite, innere Ast tritt zusammen mit der inneren Hufbeinarterie, deren Lauf er folgt, durch das Sohlenloch in das Innere des Hufbeines. Er theilt sich hierauf in zahlreiche Aeste, welche durch die kleinen Kanäle, die an der äusseren Wandfläche des Hufbeines dicht oberhalb des unteren Randes desselben ausmünden

---

1) Wir erlauben uns daran zu erinnern, dass die Untersuchung nur an Vorderfüssen vorgenommen wurde.

und die in Verbindung mit dem Sohlenloche stehen, hindurch gehen. Diese laufen hauptsächlich nach abwärts und bilden am Sohlenrande zahlreiche kleine Plexus. Sie enden zum grössten Theil in den Papillen des Sohlenrandes.

Bei näherer Untersuchung finden wir, dass sich ein Theil der Nervenfasern, welche vom vorderen Fesselnerven stammen, im Kronengewebe verästelt und dort bereits seine Endigung findet, während die übrigen im Stratum vasculosum der Fleischwand nach abwärts bis zum Sohlenrande ziehen.

Die im Hufe vorkommenden Nerven führen alle 3 Nervenbestandtheile — die Schwann'sche Scheide, das Nervenmark und den Axencylinder —, welche entsprechend der angewandten Untersuchungsmethode nach einander zum Vorschein kommen. Nach Osmiumsäure tritt die Schwann'sche Scheide mit ihren langen, spindelförmigen Kernen (s. Fig. 8, eine Nervenfaser mit Kernen, K, nach der Behandlung mit Osmiumsäure bei 550facher Vergrösserung), die aus feinkörnigem Plasma bestehen, deutlich hervor. Auf Querschnitten erscheint der Axencylinder nach dieser Untersuchungsmethode heller gefärbt, sonst ist er von dem Nervenmarke nicht zu unterscheiden. Goldchlorid verleiht dem Inhalte des Nerven das Aussehen von feinkörnigem Plasma. Hübsche Bilder vom Axencylinder erhält man nach Färben in Picrocarmin und Bismarckbraun; dieser kommt dann auf Querschnitten als runder Kern inmitten eines hellen ungefärbten Ringes, der Markscheide, zum Vorschein. An gut gefärbten Querschnitten sieht man bisweilen in der Markscheide feine concentrische Ringe um den Axencylinder oder feine radiäre Streifen auftreten. Längsschnitte ergeben jedoch nach dieser Behandlungsweise keine klare Vorstellung vom Baue des Nerven.

Die Breite des Nerven ist nicht immer gleichmässig gross, sondern wird durch Gerinnungsvorgänge im Innern verändert. Hierdurch treten zeitweilige Formveränderungen in Gestalt knotenförmiger Anschwellungen (Varikositäten) auf, die dem Nerven ein rosenkranzförmiges Aussehen verleihen. Eine andere Art von Gerinnungsvorgängen besteht darin, dass der Nerveninhalt in eine Anzahl von gleichmässig von einander abstehenden Stücken zerfällt, wie solche in unserer Figur 9 (nach Osmiumsäure, Grösse 1 : 550) wiedergegeben sind. Abgesehen von dieser durch Gerin-

nung hervorgerufenen Formveränderung behalten die Nerven ihre Dicke überall bei.

Die histologische Analyse führt uns 2 verschiedene Nervenformen vor Augen, die sich hauptsächlich durch ihre Grösse von einander unterscheiden. Es sind dies die groben und die feinen Nervenfasern. Erstere erreichen eine Breite von 4,5 bis 6,5 Micra, letztere von 1 bis 2 M. Ausserdem findet man jedoch auch noch mittelgrosse. Bei diesen Messungen wurden natürlich die durch Gerinnungsprocesse hervorgerufenen Auftreibungen unberücksichtigt gelassen. Der Querdurchmesser der Nerven ist rund. Remak-sche Fasern kommen im Hufe nicht vor. Ranviersche Schnürringe finden sich öfters.

Beide Nervenformen kommen in grossen Nervenbündeln, d. h. solchen, die aus einer grossen Anzahl von Nervenfasern bestehen, stets zusammen vor, jedoch überwiegen die groben an Zahl.

Der Lauf der Nervenbündel ist meistens geradlinig. Dies ist jedoch durchaus nicht Regel, da man auch vielfach einen geschlängelten Verlauf derselben beobachten kann. Kleine Nervenbündel, die nur aus 2 oder 3 Fasern bestehen, laufen meistens geschlängelt, während wieder isolirte Fasern mit Vorliebe geradlinig ziehen.

Grosse Nervenbündel sind mit einem entsprechend dicken, kernhaltigen Perineurium umgeben. Dasselbe ist sehr breit und besteht aus mehreren Schichten. Von dieser bindegewebigen Hülle gehen derbe Stränge in das Innere zwischen die Fasern des Nervenbündels, welches durch diese Septa in einzelne, kleinere Bündel zerlegt werden, wie man an Querschnitten deutlich bemerken kann.

Diese bindegewebige Umhüllung bildet zeitweilig förmliche Einschnürungen, die rings um das Nervenbündel herumgehen. Hierdurch werden die einzelnen Fasern desselben förmlich zusammengedrängt, in ihrem geraden Verlaufe aufgehalten und gezwungen, Biegungen zu machen. Treten diese Einschnürungen auf, so finden sich stets mehrere solcher u. z. in gleichmässigen, nicht allzugrossen Abständen hinter einander.

Laufen zwei Nervenbündel mit einander parallel, oder stossen sie auf ihrem Wege an einander, so tauschen sie Fasern aus, die sich dem benachbarten Nervenstamme anlehnen und der Richtung desselben folgen. Man findet solche einfache und doppelseitige Anastomosen.

Theilungen der Nervenbündel beobachtet man vielfach. Hierunter ist jedoch nur eine Veränderung in der Richtung des Laufes der Fasern eines Theiles des Nervenbündels zu verstehen. Eine wirkliche Theilung einer Faser haben wir trotz des ungemein reichhaltigen Untersuchungsmateriales[1]) nie bemerken können. Eine Ausnahme hiervon machen jedoch die Terminalfäden (s. unten). Die Nervenfasern eines Bündels verlaufen, stets dem physiologischen Gesetze der isolirten Leitung entsprechend, von einander getrennt. Ihre Schwann'sche Scheiden sind mit denen der übrigen im Bündel durch Bindegewebe lose verbunden.

Innerhalb des Nervenbündels verändern die Nervenfasern vielfach ihren Platz, während sie im Allgemeinen parallel mit einander verlaufen. Gabelt sich ein Nervenbündel, so beobachtet man häufig, dass z. B. eine an der äussersten rechten Seite gelegene Faser sich nach links wendet, um sich den Nervenfasern der linken Gabel anzulegen und umgekehrt.

Die Nerven folgen in der Regel dem Laufe der Gefässe. Grössere Nervenbündel haben ihre eigenen Gefässe, die zwischen den einzelnen Fasern verlaufend, vom Perineurium umschlossen werden.

Bisweilen beobachtet man Schleifenbildungen, indem sich eine Nervenfaser von den übrigen des Bündels trennt, anfänglich noch ein Stück in gleicher Richtung hinzieht, dann aber eine kurze Wendung macht und nun ihren Weg in entgegengesetzter Richtung fortsetzt. Auch innerhalb eines Bündels sieht man vielfach ein schleifenförmiges Umkehren einer Faser. Aehnliches wurde auch innerhalb der Papillen am Sohlenrande gesehen. Hier lösten sich z. B. 2 Fasern von einem an der Basis der Papille hinziehenden Bündel los, stiegen ein Stück in der Papille in die Höhe, schlugen einen Bogen und kehrten wieder zur Basis der Papille zurück[2]). Oder es kann noch eine andere Modifikation stattfinden. Es tritt nämlich ein aus 2 Fasern bestehender Nervenfaden in die Papille ein, steigt gleichfalls ein Stück innerhalb derselben hinauf und theilt sich sodann, wobei die eine, vielfach die feinere Faser, wenn es 2 ungleich starke waren, nach aufwärts gegen die Spitze der

1) Es wurden im Ganzen 12 Pferdefüsse untersucht.

2) Nervenschlingen sind bei der peripheren Ausstrahlung der Nerven bereits vor langer Zeit aufgefunden worden. Sie galten damals für Endigungen.

Papille hingeht, während die andere einen Bogen schlägt, ihren Lauf wieder nach abwärts nimmt, und die Papille verlässt.

Nach der Peripherie hin trennen sich die einzelnen Fasern eines Bündels und gehen unter einem spitzen Winkel auseinander.

Wir kommen nun zu den Endigungen der Nerven. Wenden wir uns zunächst zur Betrachtung des Sohlenrandes. Wir haben gesehen, dass die nervösen Elemente desselben theils von der Fleischkrone, indem sie im Stratum vasculosum nach abwärts steigen, theils von dem in der Wandrinne des Hufbeins gelegenen Nervenast herrühren. An gut gelungenen Goldchloridpräparaten — dieselben sind nur leider so selten — muss man geradezu über die Reichhaltigkeit der Nerven erstaunen. Die Nervenfäden bilden am Uebergange der Fleischblättchen in die Papillen des Sohlenrandes, indem sie sich vielfach kreuzen, förmliche kleine Plexus. Von hier gehen die Nerven nach 2 Richtungen, einmal nach den unteren Partien der Fleischblättchen, dann in die Papillen.

In die Papillen des Sohlenrandes tritt der Nerv meistens in Form zweier Bündel, die sich häufig an der Eintrittsstelle in die Papille kreuzen und Fasern mit einander austauschen, wobei jedoch ein Theil ihrer Fäden nicht mit zur Papille geht, sondern sich im Stratum vasculosum verbreitet. Die eintretenden Bündel bestehen aus mehreren Fasern (bis 6). In der Regel enthält das eine mehr Fasern als das andere. Beide Bündel steigen dann getrennt von einander in der Papille in die Höhe (vergl. Figur 10, dieselbe ist nach einer Photographie. Sie stellt eine Papille an der Uebergangsstelle der Fleischblättchen in die Papillen bei schwacher Vergrösserung dar. Die schwarzen Fäden im Innern sind die Nerven. — Nach einem mikroskopischen Präparate [Osmiumsäure]). Das grössere begleitet die Papillararterie und Vene, während das kleinere mehr seinen Weg am Rande der Papille nimmt. Die Anzahl der nervösen Elemente, die in eine Papille eintreten, sowie ihr Verlauf wechselt ungemein, so dass sich hierfür durchaus keine bestimmte Regel aufstellen lässt. Es kommt auch ebenso häufig vor, dass die Nervenfasern einzeln oder nur zu zweien geeint die Papille betreten.

Bis kurz vor ihrer Endigung lassen sich die Papillarnerven verhältnissmässig leicht verfolgen. Das Auffinden des Terminaltheiles ist jedoch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, die zum Theil durch die oft umgebogene oder verdrehte Lage der Papillen

bedingt werden, dann ferner dadurch, dass die Nervenfärbemittel, Goldchlorid und Osmiumsäure[1]), die jungen Hornzellen, welche den oberen Theil der Papillen einhüllen, zu stark tingiren und hierdurch die Endigungen der Nerven verdecken. Ein weiterer Umstand, der hindernd auf die Klarlegung der Verhältnisse einwirkt, beruht darin, dass die der Papillenspitze aufsitzenden Zellen meistens mit Pigment zu stark angefüllt sind. Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Spitze der Papille in Folge der angewandten Behandlungsweise (Goldchlorid und Reduktion in Ameisensäure) vielfach verloren geht.

Die Breite der in die Papille eintretenden Nervenfäden beträgt 1,6 bis 3 (im Mittel 2,4) M. Es sind also die feineren Nervenfasern, die hier zur Endigung gelangen.

Der Lauf der Nerven im oberen Theile der Papille ist für gewöhnlich geschlängelt; einzelne Nervenfasern verlaufen dagegen wieder geradlinig. Die Fäden der Nervenbündel gehen nach der Peripherie hin auseinander und enden schliesslich dicht unter den Zellen des Rete Malpighii, indem sie vorher etwas anschwellen. Die definitive Endigung der Nerven ersehen wir am besten aus Figur 11[2]), welche die Umrisse einer Papille des Sohlenrandes bei 235facher Vergrösserung wiedergiebt; N I ist der Nerv, welcher zwischen 2 papillenförmig in das Gewebe der Papille eingelassenen Schichten von Retezellen, die sich häufig an der Spitze der Papillen als kleine Sekundärpapillen finden, bis zum Ende der Papille emporsteigt und hier kolbenförmig anschwillt. Der Inhalt dieser Anschwellung bestand (nach Osmiumsäure) aus feinkörnigem Plasma. Sie endet in einer Spitze, von welcher ein kleiner faden-

---

1) Osmiumsäurepräparate werden, wenn sie zu dunkel geworden sein sollten, in einer verdünnten Lösung von Kali chloricum, welcher wir einige Tropfen einer concentrirten Salpetersäure zusetzen, wieder aufgehellt. Hierbei ist jedoch grosse Vorsicht nöthig. Die Schnitte dürfen nur ganz kurze Zeit in dieser Flüssigkeit verweilen, da sich sonst die Nerven ebenfalls entfärben. — Ein Zerzupfen der Papillenspitze (in Glycerin oder Nelkenöl), um den Verlauf des eintretenden Nerven auf diese Weise besser sichtbar zu machen, führte zu keinem Resultat.

2) Nach Serienschnitten. Die Schnitte neben diesem, welche gleichfalls noch Nerven der Papille enthalten, jedoch keine Endigung, befinden sich noch in dem betreffenden Präparat, dem die Photographie entnommen ist.

förmiger Fortsatz sich scheinbar nach aufwärts zwischen die Retezellen drängt. Neben dieser Nervenfaser erblickt man in unserer Figur noch eine zweite (N II), die nicht angeschwollen ist, sondern fadenförmig zwischen den Zellen des Rete ausläuft. Von der ersten ist sie durch eine dünne Schicht Retezellen getrennt. Nach abwärts stossen beide Nervenfasern scheinbar zusammen. Ein wirkliches Verschmelzen beider konnte jedoch nicht constatirt werden.

Da wir solche kolbenförmige Anschwellungen am Ende der in die Papille eintretenden Nerven öfters zu beobachten Gelegenheit hatten, so glauben wir zu der Annahme berechtigt zu sein, dass wir es hier mit der wirklichen Endigung der Nerven zu thun haben. Es scheint demnach eine zweifache Form der Endigung stattzufinden, einmal die kolbenförmige Anschwellung und dann ein fadenförmiges Eindringen in die Retezellen, wie dies ja auch schon von anderen Nerven bekannt ist, ähnlich wie die von Langerhans[1]) beobachteten Endfäden der Nerven in der menschlichen Haut, welche ja auch zwischen die Elemente des Rete Malpighi vordringen.

Anschliessend hieran wollen wir noch bemerken, dass es uns einmal vorgekommen ist, als ob sich der Terminalfaden vor seinem Ende gabele. Wir erwähnen dies nur, weil ein solcher Vorgang bei anderen Nerven bereits mehrfach beobachtet worden ist. In dem betreffenden Präparate gliedert sich ein Nervenfaden scheinbar kurz vor seinem Ende in 2 Theile, die noch ein Stück parallel mit einander nach aufwärts verlaufen. Wir sind sehr geneigt, eine Theilung des Nerven vor seiner Endigung in Analogie mit anderen Terminalfäden anzunehmen. Jedoch konnten wir, trotzdem die Untersuchung auf das Peinlichste vorgenommen und alle Arten der schiefen Beleuchtung (mit und ohne Abbe) angewendet wurden, doch nicht zu der endgültigen Ueberzeugung gelangen, dass hier eine wirkliche Theilung, die wir sonst nirgends zu Gesicht bekamen, vorlag. Die Ursache hierfür lag darin, dass sich ein kleines Stück der Nervenfaser gerade an der fraglichen Theilungsstelle nicht gefärbt (nach Osmiumsäure) hatte. Ein daneben oder darunter gelegener zweiter Nerv konnte jedoch weder in dem betref-

---

1) Virchow's Archiv, Bd. 44, p. 325.

fenden Schnitte noch in den daneben liegenden wahrgenommen werden.

Während das Auffinden der Nervenendigungen in den Papillen schon mit vieler Mühe verknüpft war, gestaltete sich die Sachlage bei den Fleischblättchen ungemein schwierig und hat Verfasser eine definitive Endigung der Nerven in diesem Gebilde nicht aufzufinden vermocht, trotzdem dass zahlreiche Serienschnitte durch die Blättchen nach allen Richtungen derselben geführt und die verschiedensten Methoden, die Nerven zu färben versucht wurden. Die Resultate, die wir hierdurch gewannen, ergaben nur, dass die Nerven in Form grösserer oder kleinerer Bündel im Stratum vasculosum der Fleischwand u. z. stets in einiger Entfernung vom Ursprunge der Fleischblättchen von oben nach abwärts verliefen.

Ganz anders gestalten sich jedoch die Verhältnisse am Sohlenrande. Hier finden wir in den niedrig gewordenen Fleischblättchen, kurz bevor sie in die Papillen übergehen, Nerven in grosser Zahl. Dieselben treten hier meistens als einzelne Fäden auf, oder sie sind zu zweien geeint. Innerhalb der Blättchen verlaufen sie, vielfach geschlängelt, nach allen Richtungen hin, meistens jedoch dem Blattrande zu, woselbst sie dicht unter den Retezellen fadenförmig enden. In der Medianebene der Blättchen begegnet man jedoch auch grösseren Bündeln.

Die Endigung der Nerven in den übrigen Papillen der Fleischkrone und der Fleischsohle findet in derselben Weise statt, wie in den Papillen des Sohlenrandes. Pacinische Körperchen, wie Leisering[1]) angiebt, haben wir im Fleischstrahle nicht entdecken können.

Im Verlaufe der Nervenfasern treten bisweilen eigenartige, kugelige Anschwellungen auf, die bei näherer Betrachtung aussehen, als hätten wir es hier mit in der Substanz des Nervenfadens eingelassenen Kernen zu thun. Diese kernförmigen Figuren sind meistens spindelförmig gestaltet. Bei starker Vergrösserung sieht man, dass sie gegen den Nervenfaden, dessen Schwann'sche Scheide sie gleichmässig umgiebt, scharf abgegrenzt sind (s. Figur 12, Nervenfaser mit spindelförmiger Anschwellung in der Mitte;

---

1) S. Leisering und Hartmann, Der Fuss des Pferdes in Rücksicht auf Bau, Verrichtungen und Hufbeschlag; V. und VI. Auflage. Dresden 1882 und 1886, p. 54.

nach Osmiumsäure; Grösse 1 : 1020). In der Mitte dieser spindelförmig gestalteten Zelle (Figur 12) befindet sich ein grosser ovaler Kern mit einer dunklen Kernfigur im Innern. Die Nervenfaser, welcher unsere Abbildung entnommen ist, lief in der Medianebene eines Fleischblattes in der Nähe des Sohlenrandes fast parallel mit dem Blattrande von oben nach unten. In demselben Stück fanden wir ungefähr 20 Schnitte von ersterer entfernt eine gleiche Anschwellung bei einem anderen Nervenfaden. Die Breite dieser betrug 4,8 M bei einer Länge von 15 M. Bei einer dritten war die Breite des Nervenfadens 4,8 M, also eine grobe Faser, während die Breite der Anschwellung 8 M, also fast das Doppelte, betrug, bei einer gleichen Länge von 15 M wie die vorige.

In den Figuren 13 bis 16 haben wir noch einige solcher Gebilde wiedergegeben. Dieselben gleichen sich so ziemlich. Figur 16 stammt von zwei feinen Nervenfasern. In Figur 13 hat sich der Nerv etwas gedreht; man bemerkt hier, dass sich der Inhalt der Faser seitlich etwas über die Anschwellung hinwegzieht. In Figur 14 sehen wir wieder, dass dieses spindelförmige Gebilde sich an der einen Seite des Nervenfadens, welcher an dieser Stelle aufgetrieben ist, befindet. Gegen das Innere des Nerven ist es durch einen deutlichen Contour abgegrenzt, welcher jedoch nach aufwärts nicht völlig abgeschlossen ist, sondern eine kleine Oeffnung zeigt (bei x). Etwas Aehnliches findet sich in Figur 15, auch hier ist das in Rede stehende Gebilde mehr seitlich gelagert; die Nervenfaser ist doppelt contourirt.

Diese Anschwellungen im Verlaufe der Nerven erinnern unwillkürlich an bipolare Ganglienzellen. Haben wir es hier mit solchen zu thun, oder sind es nur Nervenkerne[1])? Die Beantwortung dieser Frage wird erst dann möglich sein, wenn weitere, eingehendere Untersuchungen über diesen schwierigen Gegenstand angestellt sein werden.

Ausserdem kommen noch ganz kleine, kernartige Gebilde im Verlaufe der Nerven vor. Dieselben sehen aus wie kleine rundliche oder längliche Massen von verdichtetem Plasma. Man findet dieselben vielfach im Innern der Nervenfasern sowie fast immer

1) Wie uns der Herr Professor Ellenberger in Dresden, mit dem wir in Betreff dieser Angelegenheit conferirten, mittheilte, finden sich solche Anschwellungen häufig im Verlaufe der Nerven.

oberhalb der eben erwähnten spindelförmigen Anschwellungen. Sie heben sich von dem übrigen Inhalte der Nervenfaser durch ihre dunkle Farbe ab. In Figur 12 ist dieser Kern rundlich, in Figur 14 keilförmig gestaltet (vgl. auch Fig. 9).

Was die Endigung der Gefässnerven betrifft, so wurde diesem Theile der Arbeit kein besonderes Gewicht beigelegt. Da jedoch die Hufiederhaut ausserordentlich blutreich ist, so hatten wir häufig Gelegenheit, bei Anfertigung von Schnittserien den Gefässverlauf weithin zu verfolgen. Die sich in den Präparaten vorfindenden Gefässdurchschnitte wurden natürlich sehr genau auf das Vorkommen von Terminalfäden untersucht. Bei Stellung der Diagnose, ob Endigung oder nicht, muss mit ungemeiner Vorsicht zu Werke gegangen werden. Da die Gefässe in der Regel von Nerven begleitet werden, welche der Adventitia derselben vielfach dicht anliegen, so erhält man häufig abgeschnittene Nervenfäden, die ein Bild vorzutäuschen im Stande sind, als ob die Nerven in Form einer knopfförmigen Anschwellung in der Adventitia endigten. Die Endigung der vielen das Gefäss umringenden Nerven ist sehr schwer nachzuweisen. Täuschungen mannigfacher Art laufen hierbei sehr leicht mit unter. Eine definitive Endigung haben wir trotz eifrigen Suchens nicht beobachten können. Dass die Endigung jedoch in einer knopfförmigen Anschwellung der Nervenfaser bestehen soll, halten wir für die Gefässnerven des Hufes nicht recht für wahrscheinlich; wir glauben uns dagegen eher der Ansicht hinneigen zu können, dass die Nervenfaser die Adventitia durchdringt, noch ein Stück innerhalb der Media verläuft und dann in einem feinen Faden endigt. Hierbei wollen wir jedoch gleich einschalten, dass im Gegensatz hierzu wir in einem Präparate fanden, dass der in die Muscularis eingetretene Nerv sich an seinem Ende verbreitete, wobei die Schwann'sche Scheide auseinanderwich und der Inhalt der Faser in Form einer mit körnigem Inhalte angefüllten Blase zum Vorscheine kam.

Da andere Arbeiten unsere Zeit völlig in Anspruch nahmen, so haben wir leider diesen interessanten Gegenstand nicht weiter verfolgen können.

Anschliessend hieran wollen wir noch kurz erwähnen, dass man den Verlauf der Nerven um die Talgdrüsen, welche in der ganzen Ausdehnung der Krone, soweit dieselbe mit Haaren besetzt ist, und namentlich in der Ballengegend in grosser Menge vor-

kommen, nach der Behandlung mit Osmiumsäure (wodurch auch der Drüseninhalt theilweis schwarz gefärbt wird) sehr hübsch erkennen kann. Die Nervenfasern finden sich in dem lockeren interlobulären Bindegewebe, welches die einzelnen Drüsenläppchen umgiebt und sie mit einander verbindet. Es sind feine und mittelgrosse Fasern. Man sieht dieselben vielfach in Form kleiner Bündel oder auch einzeln rings um einen Lobulus gelegen. Ein Eindringen der Nervenfasern in die polyedrischen Drüsenzellen haben wir nicht bemerken können.

Wir haben wiederholt darauf hingewiesen, dass wir im Allgemeinen 2 Arten von Nervenfasern im Hufe vorfinden, die sich durch ihre Grösse von einander unterscheiden. Nach Franck (Handbuch der Anatomie der Hausthiere, Stuttgart 1871, p. 984) sollen die Schienbeinnerven fast nur sensible und vasomotorische Nervenfasern enthalten. Sind die beiden von uns beobachteten Nervenarten, die feinen und die groben Fasern, in ihrer physiologischen Thätigkeit von einander verschieden? Haben wir es hier wirklich mit 2 verschiedenen Nervenformen zu thun? Stellen die feinen vielleicht sensible, die groben vasomotorische Fasern vor? — Leider können wir diese Fragen gegenwärtig noch nicht genügend beantworten. Vielleicht dass durch die neu entdeckte Ehrlich'sche Methode[1]) der Methylenblaufärbung, welche ja die sensiblen Fasern von den vasomotorischen unterscheiden lässt, hierin mehr Licht geschaffen wird.

Histologie der Hornkapsel.

Es erübrigt uns noch, um ein abgerundetes Ganze zu geben, einige Worte in Betreff des feineren Baues des Huthornes hinzuzufügen. Wir haben eingangs bei Besprechung der groben Anatomie der Hufiederhaut absichtlich die Horntheile vernachlässigt, um die Arbeit nicht ungebührlich in die Länge zu ziehen. Wir wollen das Versäumte jetzt nachholen und uns den Bau des Hufhornes näher ansehen, auf die Details jedoch nur so weit eingehen, als sie in den Rahmen unserer gestellten Aufgabe passen.

Die einzelnen Theile der Hornkapsel des Pferdes führen die-

1) P. Ehrlich, Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz. Deutsche medicin. Wochenschrift, 1886, Nr. 4.

selben Namen, die wir bereits bei der Hufiederhaut kennen gelernt haben.

Wir unterscheiden die Hornwand, die Hornsohle und den Hornstrahl.

Die Hornwand besitzt eine äussere glatte Fläche, die mit einer dünnen, glänzenden Hornschicht, der Glasur- oder Deckschicht, überzogen ist: und eine innere, welche mit zahlreichen, von oben nach unten verlaufenden Falten, den Hornblättchen, versehen ist. Der obere Rand der Wand heisst Kronenrand, der untere Tragrand. Er bildet denjenigen Theil der Wand, welcher beim Auftreten des Pferdes den Boden berührt. Er ist so breit, als die Hornwand dick ist. Da, wo der Tragrand in die Sohle übergeht, befindet sich eine Hornschicht, die sich durch ihre hellere Farbe von dem übrigen Horn deutlich abhebt, die sogenannte weisse Linie.

Die Hornsohle stellt eine Hornplatte dar, die nach rückwärts in zwei zur Aufnahme des Hornstrahles dienende Schenkel gespalten ist. Die obere Fläche der Sohle ist gewölbt, die untere ausgehöhlt. Der vordere bogenförmige Rand der Hornsohle verbindet sich mit den Hornblättchen der Wand, der hintere Rand bildet einen spitzen Winkel, dessen Schenkel in Verbindung mit dem Hornstrahle und den Eckstreben stehen.

Der Hornstrahl stellt einen keilförmig gestalteten, aus weichem, elastischen Horne gebildeten Körper dar, welcher von rückwärts zwischen beide Eckstreben der Sohle hineingeschoben ist. Die Spitze desselben geht allmählich in die Sohle über; nach rückwärts verbindet er sich mit der Hornwand. Die untere Fläche des Hornstrahles überragt die Sohle und steht dadurch in gleicher Höhe mit dem Tragrande; sie ist in der Mitte vertieft. Zur Seite dieser Vertiefung liegen 2 Erhabenheiten, die Strahlschenkel; dieselben beginnen mit breiter Basis und stossen nach vorn in einer Spitze zusammen. An der oberen Fläche bemerkt man in der Mitte des Strahles eine scharfe Hervorragung, den Hahnenkamm; seitlich von diesem befinden sich zwei tiefe Furchen zur Aufnahme der beiden Schenkel des Fleischstrahles.

Am oberen Rande der Hornwand findet sich ein weicher, horniger Streifen, das Saumband, der, an der Zehe schmal beginnend, sich nach rückwärts verbreitet und die Ballen als eine dünne Schicht überzieht, um schliesslich im Hornstrahl zu enden. Die

innere Fläche des Hornsaumes weist zahlreiche, feine Oeffnungen auf, die Hornröhrchen, in welchen die Papillen des Fleischsaumes bei Lebzeiten des Thieres ihren Platz fanden. Nach abwärts ist das Saumband durch eine deutlich markirte Linie von der eigentlichen Kronenrinne geschieden. Das Saumband besteht aus dem vom Fleischsaume abgesonderten Horn. Anfänglich besitzt dasselbe eine Dicke von mehreren mm; nach abwärts verjüngt es sich jedoch sehr bald und später sitzt es dem Wandhorne nur als ein ganz dünner Ueberzug auf. Als solcher bildet es die sogenannte Glasur der Hornwand.

Die Kronenrinne ist der Fleischkrone entsprechend ausgehöhlt. An der Zehe ist sie am breitesten und am stärksten ausgebuchtet; nach rückwärts verschmälert sie sich, schlägt sich in der Ballengegend in einem Winkel auf die Hornsohle um und verliert sich allmählich im äusseren Rande der seitlichen Strahlfurchen. Wie das Saumband, so enthält auch die Kronenrinne in ihrem ganzen Umfange zahlreiche, punktförmige Vertiefungen, die zur Aufnahme der beim Ausschuhen gewaltsam aus ihnen herausgerissenen Fleischpapillen der Fleischkrone dienen.

Die Hornwand besteht aus zwei Schichten. Nämlich 1. aus dem Saumbande, und hieran sich anschliessend aus der Hornröhrchenschicht, welche aus dem von dem grössten Theile der Kronenpapillen producirten Horne besteht. Sie ist an der Kronenrinne von der folgenden Schicht durch eine deutlich markirte Linie geschieden.

Die 2. Schicht ist die Röhrchenblättchenschicht[1]), welche nach innen an die Weichtheile grenzt. Dieselbe gliedert sich in zwei Theile, in den Uebergangstheil, wie wir ihn bezeichnen möchten, und in den eigentlichen Blättchentheil.

Der Uebergangstheil ist an der Zehe von nur geringer Mächtigkeit; er nimmt aber, je weiter man nach rückwärts kommt, um so mehr an Ausdehnung zu. Dieser Theil wird von den Forschern stets zu der Hornröhrchenschicht gerechnet. Wir möchten ihn je-

---

1) Das Grössenverhältniss der einzelnen Schichten der Hornwand ist beiläufig folgendes: Beträgt die Dicke der Hornwand z. B. an der Zehe 17 mm, so entfallen hiervon 9 mm auf die Röhrenschicht (+ Saumform, diese Schicht ist jedoch so gering, dass sie nicht in Betracht kommt) und 8 mm auf die Röhrchenblättchenschicht.

doch, da er viele Abweichungen erkennen lässt, von dieser trennen und der Hornblättchenschicht einverleiben. Die Gründe, welche uns hierzu bewogen, sind weiter unten näher auseinander gesetzt. Der Uebergangstheil ist an der Kronenrinne gegen die erste Hornschicht scharf abgegrenzt.

Der eigentliche Hornblättchentheil besteht in analoger Weise wie die Blättchen der Fleischwand aus feinen, dicht neben einander von oben nach abwärts gerichteten Lamellen, den Hornblättchen, die bei Lebzeiten des Pferdes in innigstem Zusammenhange mit den Fleischblättchen stehen. Die Hornblättchen, aus einer weichen elastischen Substanz gebildet, sind an der Zehe am breitesten und nehmen nach rückwärts an Länge und Breite gradatim ab. Sie beginnen an der Kronenrinne mit einer scharfen Kante, erreichen ungefähr einen cm von derselben entfernt ihre grösste Breite, behalten diese eine kurze Zeit bei, verschmälern sich in ihrem Verlaufe nach abwärts, nehmen jedoch dafür ein wenig an Dicke zu und sinken schliesslich bis auf das Niveau der Hornwand herab.

Die Hornblättchen sind, fasst man die Hornkapsel als einen Kreis auf, radiär gestellt. In der Mitte der Zehenwand verlaufen die oberen, zur Kronenrinne ansteigenden Enden der Blättchen gerade, sie setzen sich senkrecht in den Uebergangstheil fort. An der Kronenrinne ist dieser Vorgang deutlich wahrzunehmen. Die auslaufenden Blättchenenden erscheinen hier als kleine kantenförmige Hervorragungen, die sich namentlich mit der Lupe bis zur Grenze des Uebergangstheiles verfolgen lassen. Sehr bald jedoch wird ihre Einpflanzung in den Uebergangstheil schräg, indem sie eine Biegung nach aussen machen, die von der Zehe nach den Trachten gerichtet ist und die, anfänglich gering, jedoch um so schärfer auftritt, je mehr man sich von der Zehe entfernt und den Ballen nähert[1]). Zugleich werden die Blättchenenden im Uebergangstheile immer länger. Hierin ist auch der Grund zu suchen, wesshalb der Uebergangstheil nach den Trachten an Ausdehnung zunimmt. Seine grösste Mächtigkeit erreicht dieser im Ballenwinkel, da hier auch die Ausläufer der Hornblättchen, vom Eckstrebentheile der Sohle kommend, mit den übrigen zusammenstossen.

In ganz ähnlicher Weise findet die Einpflanzung der Horn-

1) Vgl. auch Kunsien, l. c. p. 57.

blättchenenden in die Hornsohle statt. Auch hier bleiben sie als kleine streifenförmige Kanten noch lange sichtbar (sie lassen sich übrigens durch die ganze Sohle hindurch verfolgen).

Woher kommt nun dieser schräge Verlauf? Auf die Beantwortung dieser Frage werden wir später zurückkommen.

In den Vertiefungen zwischen je zwei solcher Streifen, die von den Enden der Hornblättchen ausgehen, sieht man am Uebergangstheile der Kronenrinne und an der Sohle mit der Lupe kleine runde Löcher in regelmässigen Abständen. Es sind dies nichts Anderes als die Hornröhrchen der den Fleischblättchen an ihrem Uebergange in die Fleischkrone und in die Fleischsohle aufsitzenden kleinen Papillen.

Die Hornblättchen schlagen sich ebenso wie Fleischblättchen am Eckstrebenwinkel auf die Sohle um, nehmen an Grösse mehr und mehr ab und verschwinden schliesslich.

Sehen wir uns ein isolirtes und in Picrocarmin gefärbtes Hornblättchen bei schwacher Vergrösserung an, so bemerken wir, dass die Seiten desselben ein eigenartiges, streifiges Gefüge aufweisen, indem sie mit kleinen, parallel mit einander verlaufenden Längsleisten besetzt sind. Es sind dies die Sekundärhornblättchen, welche beim gewaltsamen Entfernen des Wandhornes aus dem Zusammenhange mit dem Rete Malpighii der sekundären Fleischblättchen herausgerissen wurden.

Ferner erkennt man schon mit blossem Auge an den Seiten des Hornblättchens kleine, dicht gedrängt stehende Lamellen, die sich durch ihre hellere Farbe von dem übrigen Gewebe abheben. Sie beginnen mit breiter Basis am Blattrücken und laufen bogenförmig in schräger nach abwärts geneigter Richtung bis zur Blattschneide, um dort scheinbar in einer feinen Spitze zu endigen (s. unten).

Auf Querschnitten, die wir durch die Hornblättchen anlegen, finden wir, dass die primären Hornblättchen aus einem centralen und einem peripheren Theile bestehen. Ersterer deutet durch sein Nichtfärben in gewissen Farbstoffen (Picrocarmin) an, dass er aus stark verhorntem Gewebe besteht, dessen ehemalige zellige Structur fast ganz verwischt ist und als deren letzter Rest sich langgestreckte, spindelförmige Kerne erhalten haben. Dieser centrale Theil, den wir bereits kennen gelernt haben (Figur 1 und 2), ist an seiner Aussenfläche von einer epithelialen Schicht umhüllt, von

welcher zahlreiche schmale Fortsätze von ungleicher Länge ausgehen. Diese stellen nichts Anderes als die Secundärhornblättchen dar. In toto in Picrocarmin gefärbte Stücke, die nach dem Schneiden kurze Zeit in verdünnte Picrinsäure kamen, lassen diese Verhältnisse recht hübsch erkennen. Die innere centrale Schicht ist gelb gefärbt, die äussere periphere roth mit grossen, ovalen Zellkernen und zum Theil noch deutlicher Zellstructur. Im Innern des centralen Hornstranges findet sich das in Form länglicher Haufen abgelagerte körnige Pigment. Der centrale Theil geht direkt in das Gewebe des Uebergangstheiles über und umschliessen je zwei solcher Hornstränge die an ihrer Basis befindlichen schräg hinter einander gelegenen Querschnitte der Hornröhrchen, welche den kleinen Fleischpapillen entsprechen, in die sich die Fleischblättchen bei ihrem Uebergange in die Fleischkrone umwandeln. Die Querschnitte der Hornröhrchen liegen anfänglich dicht bei einander; sie rücken aber bald etwas auseinander, wobei zugleich ihre erst runde Form elliptisch wird (s. auch p. 212).

Wir haben vorhin erwähnt, dass die Hornblättchen bei Betrachtung mit blossem Auge eine lamellenartige Querstreifung an ihren Seiten erkennen lassen. Wodurch wird dieselbe hervorgerufen? Tangentialschnitte durch die Hornblättchen geben hierüber am besten Auskunft. An solchen gewahrt man nämlich, dass der centrale Hornstrang der primären Hornblättchen keineswegs gleichmässig von oben nach abwärts verläuft, sondern wellenförmig[1]). Da dieser verhornte Theil der härteste ist, so muss naturgemäss das übrige weichere Gewebe seinem Lauf folgen, mithin bekommt das ganze Hornblättchen ein wellenförmiges Aussehen. Die Querstreifung ist demnach nur eine in Folge der seitlichen kleinen Krümmungen des centralen Hornstranges hervorgerufene optische Täuschung.

---

1) Den wellenförmigen Verlauf der primären Hornblättchen erkennt man auch recht gut an Tangentialschnitten durch die Basis der Fleischblättchen. — Dass dieser wellenförmige Verlauf in unserer Figur (1 u. 2) nicht zur Geltung kommt, hat darin seinen Grund, dass wir es hier mit einem pathologischen Process zu thun haben, bei welchem die Spannungsverhältnisse im Hufinnern andere geworden sind, wodurch der wellenförmige Verlauf der primären Hornblättchen (welchen man sonst stets beobachten kann) ausgeglichen wurde.

An Medianschnitten durch ein Hornblättchen täuscht dieser Umstand ferner noch vor, als ob die dem primären Hornblättchen seitlich aufsitzenden Secundärhornblättchen nicht, wie es in Wirklichkeit der Fall, in der ganzen Länge des primären Hornblättchens von oben nach abwärts verliefen, sondern als ob sie nur ganz kurz wären und durch dazwischen stehende, querverlaufende Balken des centralen Hornstranges getrennt wären. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, sondern wird nur durch den wellenförmigen Verlauf des centralen Hornstranges bedingt, indem das Messer bei der Schnittführung das gekrümmte Gewebe ungleichmässig angreift.

Am besten werden wir uns die Zusammensetzung der zwei Schichten, aus welchen die Hornwand besteht, klar machen, wenn wir Querschnitte durch den unteren Theil des Wandhornes an der Sohle anfertigen. Das Bild, welches nur solche Schnitte, die mit Safranin und Indigocarmin tingirt sind, zeigt, ist Folgendes:

Ganz nach aussen, am Rande der Hornwand, sehen wir eine Reihe von auffallend kleinen, länglichen Hornröhrchen. Es sind dies die von den kleinen Papillen des Fleischsaumes gebildeten Hornzellen, welche, wie erwähnt, für die übrige Hornmasse die Rolle einer Glasur spielen. In der Mitte eines jeden Hornröhrchens findet sich ein runder Raum, der mit zelligem Inhalte erfüllt, gegen die Umgebung deutlich abgegrenzt erscheint. Um diesen sind einige wenige Zellreihen, die Röhrchenwandzellen (Kunsien[1])) in zwiebelschalenförmiger Anordnung gelagert.

Auf diese folgt die mächtige Hornröhrchenschicht, das von der Fleischkrone gelieferte Horn. Die Hornröhrchen derselben sind unregelmässig angeordnet und in der Grösse sehr wechselnd. Grosse und kleine Hornröhrchen liegen bunt durch einander. Sie liegen jedoch stets isolirt und sind durch eine structurlose Hornmasse, dem Zwischenhorn, von einander getrennt.

Die Centren dieser Hornröhrchen sind nicht hohl, wie von einigen Autoren[2]) angenommen wird, sondern sie sind mit scholligen, unregelmässig gestalteten Massen, die sich schneller als das übrige

---

1) S. Kunsien, l. c. p. 45.

2) So z. B. von Nathusius, welcher annimmt, dass sie mit Luft erfüllt sind. S. dessen Artikel: Ueber die Marksubstanz verschiedener Horngebilde, die Entwicklung des Knorpels im Rehgehörn und das sich daraus für das Schema der Zelle Ergebende. In Müller's Archiv 1869, p. 76.

Horngewebe tingiren, erfüllt. Diese Centralzellen sind sehr gross, rundlich; sie erscheinen wie aufgebläht. Ihr Inneres besteht aus grosskörnigem Plasma, ein Zellkern fehlt. Um diese Centralzellen gruppiren sich in zwiebelschalenförmiger Anordnung die Röhrchenwandzellen, welche aus dem von den untersten Theilen der Fleischpapillen abgesonderten Horn bestehen. Ihre Anzahl hängt von der Grösse der Fleischpapille ab. Die innerste Schicht derselben ist mehr abgeplattet, etwas nach einwärts gebogen, aber scharf gegen die Lumina der Hornröhrchen abgesetzt[1]). Die äusseren Zonen haben eine mehr polyedrische Form. Die Röhrchenwandzellen sind an dieser Partie der Hornwand frei von Pigment, welches sich dagegen in grosser Menge in der die Hornröhrchen zusammenhaltenden Zwischenhornschicht, deren ehemaliger, zelliger Charakter verloren gegangen ist, vorfindet. Die Hornröhrchen liegen verhältnissmässig dicht bei einander; die Zwischenhornschicht ist nicht allzu mächtig.

Je weiter wir nach innen vorschreiten, also zu der von uns als „Uebergangstheil (der Hornblättchen in die Hornwand) der Röhrchenblattschicht“ bezeichneten Hornschicht gelangen, um so vollständiger ändert sich der Charakter unseres Gewebes. Die Röhrchenwandzellen nehmen mehr und mehr an Menge zu, indem sich die Anzahl ihrer Zellreihen vergrössert. Die Zellen selbst werden dabei immer dunkler[2]). Die Hornröhrchen erscheinen bei schwacher Vergrösserung wie mit einem dunklen, von Pigment herrührenden Huf umsäumt. Die Querschnitte derselben sind grösser geworden. Das Pigment findet sich nun hauptsächlich in den Röhrchenwandzellen abgelagert, während das Zwischenhorngewebe im Gegensatz zu der eben geschilderten Schicht der Horn-

1) Auf Querschnitten durch das Wandhorn in der Nähe der Kronenrinne erscheinen die Hornröhrchen natürlich hohl, da hier die herausgezogenen Papillen der Fleischkrone fehlen. Die Hornröhrchen sind hier auch grösser als am Tragrande und zum Theil mit in die Lumina derselben hineinragenden, papillenförmigen Fortsätzen versehen, die dem Horne entsprechen, welches von den den Fleischpapillen aufsitzenden Längslamellen geliefert wird. Nach Kunsien (l. c. p. 59) sind sie cannelirt.

2) Schon Brauell, der Entdecker der secundären Blättchen, wies auf diesen Umstand hin. S. Brauell, Wachsthum der Hufwand. Zum 50-jährigen Jubelfeste der kaiserlich Dorpater Universität, Dorpat 1852. Und Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Hufes. In Gurlt u. Hertwig's Magazin; 1853; p. 394.

wand fast frei davon ist. Ausserdem sind jetzt meistens 3, jedoch auch 2, selbst 6 Hornröhrchen von einer gemeinsamen Gruppe von Röhrchenwandzellen eingeschlossen, während die Hornröhrchen der ersten Schicht stets isolirt waren. Die Form der Hornröhrchen mit ihren Wandzellen ist elliptisch und zwar verläuft die grosse Achse derselben, wenn wir uns den Hornschuh als Kreis denken, in der Richtung der Tangente.

Die Fortpflanzung der Hornblättchen in den Uebergangstheil lässt sich noch lange Zeit aus dem streifigen Gefüge der Zwischenhornsubstanz ersehen. Den Verlauf zweier Hornblättchen kann man gleichfalls noch lange aus der schrägen Anordnung der Hornröhrchen wahrnehmen (vergl. auch p. 209).

Dieser Uebergangstheil ist an der unteren Sohlenfläche schon mit blossem Auge an seiner helleren Färbung deutlich zu erkennen. Diese Stelle, die weisse Linie, ist für den praktischen Hufbeschlag in so fern von hoher Bedeutung, als sie von dem zum Festhalten des Hufeisens in die Wand eingetriebenen Nagel nicht berührt werden darf.

Querschnitte (mit Carmin gefärbt) durch den Tragrand von Hufen eben geborener Fohlen lassen den zelligen Charakter unseres Gewebes viel prägnanter erscheinen. Die Querschnitte der Hornröhrchen heben sich hierbei in Form kleiner rother Kreise von dem übrigen Gewebe ab. Das Innere derselben ist mit jugendlichen Hornzellen, die sich tingiren, angefüllt. Da die Papillen[1]), welche auf Längsschnitten als dünne, fadenförmige, mit Retezellen bedeckte Gebilde auftreten, an der Fleischkrone bei solchen jugendlichen Individuen sehr eng gestellt sind, so sehen wir auch die Hornröhrchen dicht bei einander. Die Röhrchenwandzellen sind noch nicht in so zahlreichen Lagen wie bei älteren Thieren vorhanden. Die Grenze zwischen Röhrchenhorn und Blättchenhorn ist sehr scharf ausgeprägt. Dieselbe wird von den stärker verhornten Zellen des centralen Hornstranges der primären Hornblättchen gebildet, welche auf Querschnitten durch die Hornsohle als kleine bogenförmig verlaufende Linien angedeutet erscheinen. Das

---

1) Die Anlage der Papillen und der Fleischblättchen findet beim Foetus bereits in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung statt. Letztere treten zuerst als schmale, blattförmige Sprossungen der Fleischwand auf. Dieselben verlängern sich nach und nach; sie senden jedoch schon sehr bald seitliche Fortsätze (die sekundären Fleischblättchen) aus.

Blättchenhorn besteht aus polyedrischen, dickwandigen, doppelt contourirten Zellen. Stachelfortsätze an der Oberfläche dieser sind noch nicht gebildet, wohl aber finden sich solche an demjenigen Theile des Wandhornes, der von den Kronenpapillen erzeugt wurde. Die Zellen des Zwischenhorngewebes und der Röhrchenwandzellen sind genau dieselben. Ein Unterschied zwischen ihnen findet sich nur durch die verschiedene Anordnung in der Lage, indem die Röhrchenwandzellen radiär zum Centrum der Hornpapillen gestellt sind.

Die obere Sohlenfläche besitzt in ihrer ganzen Ausbreitung ähnlich wie die Kronenrinne viele kleine, punktförmige Oeffnungen, aus welchen die Papillen der Fleischsohle beim Lostrennen der Horntheile herausgezogen wurden. Diese Trichter verlaufen jedoch nicht senkrecht nach abwärts, sondern sind schräg von hinten nach vorn gerichtet. An der unteren Fläche der Sohle sind sie nicht mehr zu erkennen. Das Horn derselben löst sich leicht aus seinem Zusammenhange; es zerbröckelt und bildet das sogenannte todte Horn. In gleichem Masse wie dieses an der unteren Sohlenfläche abgenutzt wird, findet von oben her ein Nachwachsen von Hornsubstanz statt.

Wie wir früher gesehen haben, flacht sich die Fleischkrone nach den Ballen hin mehr und mehr ab, wobei sie zugleich niedriger wird; desgleichen nehmen auch die Fleischblättchen nach rückwärts an Länge und Breite stetig ab. In gleichem Masse wie also der Mutterboden für die Hornbildung kleiner wird, wird naturgemäss auch weniger Horn producirt werden, und die Folge davon ist, dass die Dicke der Hornwand, welche an der Zehe am stärksten ist, nach rückwärts stetig abnimmt, so dass die Wandstärke an der Trachtenwand nur noch ungefähr ein Dritttheil derjenigen der Zehenwand beträgt.

Was hat dieses wohl für einen Zweck? — Theilen wir einen unversehrten Pferdehuf (nach Lechner) durch einen Querschnitt in eine vordere und eine hintere Hälfte, so finden wir, dass die erstere in Folge der reichlichen Hornmasse an der Zehe und der halben Seitenwand so gut wie unbeweglich ist, während die hintere dagegen, da der Druck, den die bedeutend verringerte Hornmasse ausübt, beträchtlich geringer geworden ist, eine ziemliche Beweglichkeit zulässt. Dieses hat nun den Zweck, damit die Hornkapsel im Stande sei, der für die Blutcirculation im Hufinnern so

ungemein wichtigen Mechanik bei der Bewegung des Pferdes, welche auf Vergrösserung und Verengerung der hinteren Hufhälfte (sogenannte Hufrotation) beruht, Rechnung zu tragen.

Wir haben wiederholt darauf hingewiesen, dass sich die Hornblättchen je weiter nach rückwärts um so schräger in die Hornwand einpflanzen, was sowohl an der Kronenrinne als auch an der Sohle in Form der lamellenförmigen Streifung zu erkennen ist, ein Umstand, der durch die mikroskopische Analyse völlig bestätigt wird (s. p. 212). Dies geschieht aus dem Grunde, um die Widerstandsfähigkeit der Hornwand, die nach rückwärts gradatim an Dicke abnimmt, auf gleicher Stufe zu erhalten, da die Bögen, welche die Hornblättchen im „Uebergangstheile" der Wand bilden, immer schräger und länger werden, mithin ihre Tragfähigkeit mit dem Dünnerwerden der Hornwand in entsprechender Progression zunimmt[1]). Die Anlage dieser (Widerstands-) Kurven geschieht nur desshalb, um die Abnahme in der Masse der Hornwand in möglichst günstiger Weise zu ersetzen und die Widerstandsfähigkeit des Gewebes auf gleicher Stufe zu erhalten.

Das Wachsthum der Hornwand.

Bevor wir mit unserer Abhandlung zum Abschluss gelangen, wollen wir noch, gestützt auf das Bild, welches die mikroskopische Untersuchung zu Tage gefördert hat, einen Blick auf die Art und Weise werfen, wie sich das Wachsthum des Hornes im Hufe vollzieht.

Nehmen wir der besseren Uebersicht halber 2 Papillen der Fleischkrone aus dem Zusammenhange heraus und vergegenwärtigen wir uns an diesen den Wachsthumsmodus. Denken wir uns diese Papillen der Einfachheit wegen in Gestalt eines Zuckerhutes und nur mit dem Rete bedeckt. Dieses producirt nun zuerst eine Zellenlage, welche die ganze Papille wie ein Kegelmantel umhüllen wird. Indem nun eine zweite Zellenreihe gebildet wird, wird diese die erstgebildete um so viel nach aussen fortschieben, als der Raum, den sie einnimmt, beträgt. Indem nun Zelle auf Zelle gebildet wird, werden die älteren Zellen durch den Druck, den die nachwachsenden auf sie ausüben, stetig nach aussen gedrängt werden u. z. geschieht dieses in der Richtung des grössten Wachs-

1) Vgl. hierüber Hermann Meyer, die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig, 1873, pag. 42—45 etc.

thumsdruckes, welcher, da die Retezellen pallisadenförmig gestellt sind, mit der Längsachse dieser zusammenfallen wird. Die Zellen werden daher mit Ausnahme jener an der Spitze der Papille, welche nach abwärts gerichtet sind, nach seitwärts geschoben werden. Denken wir uns diesen Vorgang eine Zeit lang fortgesetzt, so bekommen wir ein Stadium, in welchem der Papillenmantel aus einer mehrschichtigen Zellreihe besteht. Da die älteren Zellen, welche durch den Druck, den die nachwachsenden auf sie ausüben, am weitesten nach aussen gelangt sind, grösser als die jugendlichen Zellen sind, so werden sie den Raum rings um die Papille völlig einnehmen. Schreitet der Wachsthumsprocess weiter, so wird ein Zeitpunkt kommen, an welchem die Zellen der äussersten Schicht nicht mehr im Stande sein werden, die sich stetig vergrössernde Oberfläche aufzufüllen und mit ihren Nachbarzellen in Berührung zu bleiben. Es werden sich daher an einzelnen Stellen Lücken bilden, in die sich, da hier der Widerstand am geringsten ist, sofort Zellen der tieferen Lagen hineinschieben werden. Unsere beiden Papillen stossen mit ihrer Basis nicht aneinander — es kommt dieser Vorgang zwar auch vor, doch ist es Regel, dass die Papillen durch dazwischen gelegenes Horngewebe von einander getrennt sind — sondern sind durch Zwischenhorngewebe von einander geschieden. Auch hier werden die Retezellen in gleichem Masse wie diejenigen der Papillen Zellen produciren, die anfänglich noch unvollkommen entwickelt, sehr bald jedoch die charakteristische Gestalt der Stachelzellen annehmen und sich vermöge der stacheligen Beschaffenheit ihrer Oberfläche innig an die von dem Rete der Papillen gelieferten Zellen anschmiegen und mit diesen ein Ganzes bilden werden, in dem Verschiedenheiten in der Zellstruktur nicht zu erkennen sind. Die Zellen an der Basis der Papillen kommen, indem sie auf die ihnen entgegenwachsenden Zwischenhornzellen stossen, in's Gedränge. Sie müssen ausweichen und können dies nur nach einer Richtung, nämlich dahin, wo sie den geringsten Widerstand finden, dies ist nach abwärts. Da die Papillen sich nach unten verjüngen und schliesslich in einer Spitze (oder auch abgerundet) endigen, so haben die Mantelzellen derselben je weiter nach dem Ende der Papille um so mehr Spielraum zu ihrer Entwicklung; sie werden sich also nach den Seiten und nur die Zellen der Papillenspitze nach abwärts ausbreiten.

Indem also die Zwischenhornzellen an dem Bildungsvorgange lebhaften Antheil nehmen, werden wir ein späteres Stadium der Entwicklung antreffen, in welchem der Zwischenraum unserer beiden Papillen völlig mit Hornzellen ausgefüllt sein wird, resp. werden wir, da sich die Retezellen am Ende der Papillen in gleichem Masse an dem Wachsthumsprocesse betheiligen, eine gleichmässig von oben nach abwärts heruntergewachsene Hornschicht finden. die noch ein Stück über das Niveau der Papillenspitzen hinabreicht. Die Mitte dieser Hornschicht wird naturgemäss von den am weitesten nach abwärts geschobenen und im Verhornungsprocesse, dem die Stachelzellen später anheimfallen, am weitesten vorgeschrittenen Zellen von der Basis der Papillen, resp. von dem Zwischenhorn innegenommen.

In derselben Weise, wie wir dies eben geschildert haben, geht das Wachsthum im ganzen Umfange der Fleischkrone vor sich. Indem stetig neue Zellen gebildet werden, werden die älteren Schichten in gleichem Masse nach abwärts gedrängt, bis sie schliesslich die Hufsohle erreichen. Auf Querschnitten, die wir durch den Tragrand anlegen, sind noch die Spuren der Papillen in Form der Hornröhrchen zu erkennen, welche sich, wie wir gesehen haben, als kleine Kreise von dem übrigen strukturlosen Horngewebe abheben. Woher kommt dies und wesshalb sind die Centren der Hornröhrchen, da doch die Zellbildung gleichmässig vor sich geht, anders beschaffen als das sie umgebende Horn?

Zur Beantwortung dieser Fragen können wir nur folgende Hypothese anführen: Das Wachsthum an den Seiten der Fleischpapillen findet in der Richtung der Cylinderzellen des Rete, also seitwärts, statt; unterstützt wird dieser Vorgang noch durch den innigen Zusammenhang, den die Zellen mit den vom Zwischenhorn nach unten wachsenden Nachbarzellen eingehen. Werden die Zellen durch den Wachsthumsdruck nach abwärts geschoben und kommen sie auf ihrer Wanderung in die Nähe der wenigen, von der Papillenspitze abgesonderten Zellen, so sind sie bereits dem Verhornungsprocesse so sehr anheimgefallen, dass letztere sich mit ihnen nicht mehr so innig verbinden können. Die älteren Zellen, die schon früh mit ihren Nachbarzellen verschmelzen, bilden im Herunterwachsen eine Oeffnung, die nachher von den Zellen der Papillenspitze ausgefüllt wird. Der Druck, dem die übrigen Zellen unterworfen sind, macht sich bei diesen nicht so sehr geltend. Sie

verhornen daher auch nicht, sondern bleiben auf einer früheren Stufe der Entwicklung stehen und fallen vielfach der Fettmetamorphose[1]) anheim.

Leisering[2]) erklärt sich diese merkwürdige Thatsache in der Weise, dass an den Enden der Horn erzeugenden Zotten die Hornabsonderung in anderen Verhältnissen vor sich gehe, als an ihren oberen Theilen. Die Zellen, die hier erzeugt werden, legen sich lockerer neben einander, verhornen nicht in der Weise wie die übrigen Röhrchenzellen, und zerfallen leichter. — Die Ansicht dieses bekannten Fachmannes kommt uns nicht recht wahrscheinlich vor. Wesshalb soll die Hornabsonderung an den Spitzen der Papillen unter anderen Verhältnissen vor sich gehen? Im Gegentheil giebt uns die mikroskopische Analyse Aufschluss, dass die Papillenspitze mit denselben Zellformen bedeckt ist, wie das übrige Gewebe. In mangelhafter Ernährung kann die Ursache auch nicht liegen, da, wie wir gesehen haben, sich ein reiches Capillarnetz bis zur Spitze hinzieht.

Kehren wir wieder zu unserem vorliegenden Thema zurück und wenden wir uns gleich zur Betrachtung der Wachsthumsvorgänge bei den Fleischblättchen.

Nehmen wir auch hier der besseren Uebersicht halber zwei Fleischblättchen aus dem Zusammenhange mit den übrigen heraus und denken wir sie uns mit einer einfachen Lage von Retezellen umgeben. Diese fangen nun an, junge Hornzellen zu produciren. Indem nun Zelle auf Zelle gebildet wird, werden die älteren Zellen von den nachwachsenden Generationen fortgeschoben; sie müssen dem Andrange derselben ausweichen und dies geschieht nach den Seiten hin. Da sich jede der beiden einander zugekehrten Seiten unserer zwei Fleischblättchen an dem Bildungsprocesse betheiligt, werden die Hornzellen, indem sie gegen einander vorrücken, sich sehr bald berühren und schliesslich zu einem Hornblättchen verschmelzen. An der Basis der Fleischblättchen werden die beiderseitig gebildeten Hornzellen sich bereits in einem sehr frühen Stadium der Hornbildung mit einander vereinigen. Die von den Seiten

---

1) Fetttröpfchen im Innern der Harnröhrchen wurden vielfach beobachtet. Vgl. Kunsien, l. c. pag. 50 und 62. Ferner Leisering, l. c. pag. 107 (VI. Auflage).

2) l. c. p. 118.

der Fleischblättchen gebildeten Zellen werden so lange nach seitwärts fortgeschoben werden, als der Raum es gestattet. Es wird jedoch sehr bald ein Zeitpunkt eintreten, an welchem sie auf die von der Basis der Fleischblättchen nach aussen vorrückenden Zellen stossen werden. Sie werden sich dadurch bedrängt dem Laufe jener anschliessen und ihre bisherige Richtung, die dem Dickendurchmesser der Blättchen entsprechend verlief, dahin abändern, dass sie nun nach aussen in der Richtung des Breitendurchmessers verlaufen; sie würden demnach die Retezellen rechtwinkelig schneiden. Dass dem so ist, hat uns die mikroskopische Untersuchung gelehrt. Dadurch, dass fortwährend neue Zellen producirt werden, wird auf die in der Mitte des Hornblättchens quer nach aussen verlaufenden Zellen ein continuirlicher, starker Druck von den Seiten her ausgeübt werden, der sich dadurch bemerkbar macht, dass die in der Medianebene der Hornblättchen gelegenen Zellen ihre anfänglich rundliche Form einbüssen und schliesslich in homogene, derbe Hornmassen übergeführt werden, von deren ursprünglich zelliger Struktur nur noch die langgezogenen Kerne Zeugniss ablegen. Diese Hornschicht stellt dasjenige Gebilde dar, welches wir als centralen Hornstrang der primären Hornblättchen kennen gelernt haben. Die ihm zur Seite liegenden Hornzellen behalten ihre Stachelform noch längere Zeit bei.

Die Fleischblättchen gehen, wie wir gesehen haben, nach aufwärts allmählich in das Gewebe der Krone über, welches an Stelle derselben erst kleine, dann an Grösse zunehmende, nach abwärts gerichtete Papillen erzeugt. Nehmen wir nun an, das Kronengewebe hätte sich mit Hornzellen eingedeckt, so wird sich auch der Uebergangstheil in die Blättchen, welcher ja ebenfalls mit Retezellen dicht besetzt ist, diesem Bildungsprocesse angeschlossen haben. Die von dem Rete der Fleischblättchen gebildeten Hornzellen stossen auf ihrem Wege nach aussen mit der innersten Schicht der von der Krone herunterwachsenden Zellen zusammen und verschmelzen mit ihnen, ein Vorgang, der durch das feste Ineinandergreifen der Stachelzellen wesentlich gefördert wird. Da die Fleischblättchen in ihrer ganzen Ausdehnung mit Retezellen bedeckt sind, so findet auch die Hornabsonderung sowohl an den oberen als auch an den unteren Partien derselben gleichmässig statt.

Ebenso wie sich zwischen Fleischkrone und Fleischblättchen

keine Stelle findet, an welcher die Hornbildung sistirt, ist es auch am Uebergange der Fleischblättchen in die Fleischsohle der Fall. An Stelle der schwindenden primären und secundären Fleischblättchen besitzt der Sohlenrand Papillen, die unmittelbar in diejenigen der Fleischsohle übergehen. Indem sich der Sohlenrand und die Fleischsohle in gleichem Masse an dem Wachsthumsprocess betheiligen und die hier producirten Zellen sich innig an die von oben herunterkommenden Zellen anschliessen, gelangt der Hornschuh nach allen Seiten hin zum Abschluss. Das Horn stellt mithin ein geschlossenes Ganze dar.

Die Wachsthumsvorgänge im Innern des Hufes basiren auf dem Satz, dass die Bildung junger Zellen stets dort stattfindet, wo der geringste Widerstand ist. Lässt der Widerstand an irgend einer Stelle nach, so findet sofort ein Nachschieben (Nachfliessen) junger Zellen und dadurch wieder Ausgleich der Spannungsverhältnisse im Innern der Zellen statt. Ist der Widerstand, der durch das Horn auf die Weichtheile ausgeübt wird, einmal aufgehoben, sei es auf künstlichem Wege u. s. w., so sehen wir, dass an dieser von Horn befreiten Stelle sofort eine rege Zellbildung vor sich geht. Ein Beispiel erläutert dies am besten. Denken wir uns das Horn an der Hufsohle an einer umschriebenen Stelle (z. B. Steingalle) entfernt, so wird sehr bald eine so üppige Proliferation junger Retezellen vor sich gehen, dass die Weichtheile weit über die Umgebung hervorwuchern werden[1]). Diesem zu starken Bildungstriebe weiss der Veterinär durch Anwendung eines künstlichen Druckes (Druckverband) ein Ziel zu setzen. —

Das Wachsthum der Hornwand geschieht also in der Weise, dass das von dem Fleischblättchen producirte Horn auf seinem Wege nach aussen sich mit dem von der Fleischkrone herunterwachsenden verbindet, wobei es zugleich die Masse desselben dadurch, dass es sich zwischen die Hornröhrchen des Wandhornes hineinschiebt, verstärkt und zugleich der Richtung desselben nach abwärts folgt.

In dem Masse wie das Horn an der Sohle des Hufes abgenutzt wird, findet von oben herab ein stetes Nachschieben von Hornsubstanz statt.

1) Eine krankhafte Hyperplasie der Papillen des Fleischstrahles mit enormer Absonderung findet sich bei dem als Hufkrebs bezeichneten Leiden.

Auf einen Umstand müssen wir hierbei noch aufmerksam machen. Wir haben bei Besprechung unserer Figur 1 erwähnt, dass dieselbe einem Präparate entstamme, bei welchem eine Verlöthung der Fleischblättchen mit den Hornblättchen bestanden hätte. Wie erklärt sich dieser Vorgang nun damit, dass ein stetes Nachschieben von Hornsubstanz von oben herab stattfinde? — Trotzdem diese Verlöthung in Wirklichkeit bestand und so innig war, dass wir nicht im Stande waren, das Horn an der betreffenden Stelle (Zehenwand) von den Weichtheilen zu trennen, so glauben wir trotzdem annehmen zu dürfen, dass dennoch eine stete Neubildung junger Hornzellen, wenn auch nur in sehr geringem Grade stattfand — da an und für sich schon die Zellproduktion des Rete hier auf ein Minimum beschränkt war, so war schon desshalb die Verbindung eine festere[1]) — und in Folge dessen auch ein Nachschieben von Hornsubstanz bestand. Wenn keine Hornbildung (also Stillstand im Wachsthum) mehr von Seiten der Fleischblättchen stattgefunden hätte, so müssten Trennungen des Zusammenhanges zwischen Kronenwandhorn (welches ja ungeachtet der Vorgänge, die sich innerhalb der Fleischblättchen abspielen, nach abwärts wächst) und Blättchenhorn bestanden haben, was keineswegs der Fall war.

Recapituliren wir noch einmal kurz unsere Ansicht vom Wachsthum der Hornwand.

Die Hornwand besteht aus 2 Schichten; a) aus der Röhrchenschicht (mit der ihr aufsitzenden dünnen Glasur) und b) aus der Röhrchenblättchenschicht.

Die Röhrchenschicht wird von einem Theile der Fleischkrone (und dem Fleischsaume) gebildet. Die Röhrchenblättchenschicht besteht aus dem Uebergangstheil und aus dem eigentlichen Blättchentheil. Der Uebergangstheil wird zum Theil von der Fleischkrone, zum Theil jedoch von den Fleischblättchen gebildet. Der eigentliche Blättchentheil ist das Produkt der Fleischblättchen.

Für unsere Ansicht, dass der Uebergangstheil der Hornwand von der Röhrchenschicht zu trennen ist und mit der Blättchen-

---

1) Je reichlicher die Malpighi'sche Schleimschicht Zellen producirt und je weniger schnell diese verhornen, um so lockerer ist die Verbindung zwischen Horn und Rete. Daher Loslösen der Horntheile bei krankhaft gesteigerter Ueberproduktion junger Zellen.

schicht, welche einen Theil desselben darstellt, ein Ganzes bildet, spricht Folgendes:

1) Der Uebergangstheil ist von der Röhrchenschicht durch eine an der Kronenrinne deutlich wahrnehmbare Linie geschieden.

2) Die Hornblättchenenden lassen sich an der Kronenrinne bis zu der eben erwähnten Grenzlinie verfolgen.

3) Der Uebergangstheil hat schon makroskopisch am Tragrande (weisse Linie) ein von der Röhrchenschicht völlig verschiedenes Aussehen. Dieser Umstand tritt unter dem Mikroskope erst recht zu Tage.

4) Unter dem Mikroskope sieht man, dass sich der centrale Hornstrang der primären Hornblättchen weit in das Gewebe des Uebergangstheiles fortsetzt.

5) Der schräge, nach aussen gerichtete Verlauf der Sekundärfleischblättchen (mit den Retezellen) deutet schon die Richtung des Fortschubes nach aussen an (s. Fig. 1, oben).

6) Der Abstand zwischen den Hornröhrchen des Uebergangstheiles nimmt nach dem Tragrande etwas zu, während sich zugleich das Zwischenhorngewebe vermehrt.

7) Die Hornblättchen nehmen nach abwärts an Dicke zu.

8) Querschnitte durch das Wandhorn von Hüfen eines eben geborenen Fohlens lassen erkennen, dass die innerste Schicht des Wandhornes keine Hornröhrchen besitzt, mithin von den Fleischblättchen erzeugt wurde.

Man darf sich jedoch den Antheil, den die Fleischblättchen an der Bildung des Uebergangstheiles nehmen, nicht allzu gross vorstellen. Das Meiste desselben wird von den Papillen der Fleischkrone producirt. Das Horn, welches die Fleischblättchen absondern, vermehrt nur, indem es sich zwischen die Hornröhrchen des Uebergangtheiles hineindrängt, die Masse desselben. Zugleich verstärkt es, da sich die Hornblättchen schräg in den Uebergangstheil einpflanzen — mithin kleine Kurven bilden — die Widerstandsfähigkeit der nach rückwärts an Stärke gradatim abnehmenden Hornwand.

Es fragt sich nur noch, in wie fern unsere Wachsthumstheorie mit der von anderen Forschern aufgestellten übereinstimmt.

Es würde viel zu weit führen und die Arbeit unnöthig in die Länge ziehen, wollten wir auf die vielen in Betreff des Wachsthums

der Hornwand aufgestellten Hypothesen auch nur annähernd eingehen. Wir können dies um so eher, als Kunsien[1]) in seiner trefflichen, bereits öfters citirten Abhandlung über die Entwicklung des Hornhufes bei einigen Ungulaten eine übersichtliche Zusammenstellung der Wachsthumstheorien giebt und verweisen wir hiermit auf diese Abhandlung. Desgleichen bringt Leisering[2]) in seinem Werke: der Fuss des Pferdes etc. Ausführliches hierüber.

Unsere Wachsthumstheorie nähert sich am meisten der von Kunsien[3]) ausgesprochenen Ansicht, dass nämlich die innere Schicht des Wandhorns in der Richtung von innen nach aussen wächst; dass ferner die aus den Hornblättchen nach aussen rückenden Hornzellen sich beim Hufe zwischen die inneren Hornröhrchen (d. i. die Röhrchen der weissen Schicht) drängen und mit diesen mit nach unten gezogen werden, so dass die Abstände dieser Hornröhrchen von einander nach unten zu sich vergrössern.

Leisering[4]) weicht in sofern von unserer Ansicht ab, als er die Zellen der Fleischblättchen sich nur in der Weise an der Bildung der Schutzschicht, wie er sämmtliches von der Kronenwulst erzeugte Horn nennt, betheiligen lässt, als die von den Enden der Fleischblättchen abgesonderten Zellen sich in den zwischen zwei Hornblättchen befindlichen Lagen an das von der Kronenwulst producirte Horn so anlegen, wie der Mörtel an eine Wand.

Die übrigen Ansichten über das Wachsthum sind von Kunsien und Leisering bereits so treffend widerlegt, dass wir hierauf nicht näher einzugehen brauchen und verweisen wir hiermit auf die beiden oben citirten Abhandlungen.

---

1) Kunsien schreibt sich merkwürdiger Weise auf dem Titelblatte seiner Dissertation Kunsien, in der Einleitung seiner Arbeit dagegen Kundzin.

2) Leisering, l. c. pag. 122—125 (VI. Auflage).

3) l. c. pag. 69.

4) l. c. pag. 122.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XV.

Die Zeichnungen wurden mit Ausnahme der mit * bezeichneten genau nach mikroskopischen Präparaten mit Hülfe der Camera lucida von Zeiss in Jena angefertigt. Die Grössenangaben, sowie die Combination von Ocular und System sind in Klammer beigefügt. Dieselben beziehen sich auf ein grosses Zeiss'sches Instrument (das frühere Stativ III). Die mit * versehenen Figuren sind Photographien, welche von Herrn Carl Günther (Berlin, Behrenstrasse 24) nach mikroskopischen Präparaten angefertigt wurden.

*Fig. 1. (Schwache Vergrösserung.) Querschnitt durch die Fleischblättchen (Zehe); dieselben sind mit den Hornblättchen verlötet. Linker Vorderhuf eines 16jährigen Pferdes.

*Fig. 2. Ein Theil von Fig. 1 bei stärkerer Vergrösserung. In der Mitte befindet sich ein Fleischblättchen, ihm zur Seite je ein Hornblättchen.

*Fig. 3. (Schwache Vergrösserung.) Querschnitt durch die Fleischblättchen eines normalen Hufes (in mittlerer Höhe der Seitenwand). Die Retezellen sind vollständig an den Rändern der Blättchen haften geblieben. An der Basis der Fleischblättchen sind die Anfänge der primären Hornblättchen sichtbar.

Fig. 4. (1 : 550; System F. Ocular II.) Stachelzellen mit einfach und doppelt contourirten Kernen; a bis c beginnende Pigmentablagerung.

Fig. 4d. (1 : 1020; F. O. IV.) Stachelförmige Fortsätze der Stachelzellen, isolirt.

Fig. 5. (1 : 145; C. O. II.) Querschnitt durch eine Fleischpapille an der Krone. C. = Stratum corneum; G. = Gefässe im Querschnitt; N. = Nerven im Querschnitt; R. = Rete Malpighii; Strp. = Stratum papillare (nach Hämatoxylin).

Fig. 6. (1 : 550; F. O. II.) Schnitt durch die Media einer grösseren Arterie (von einem Rehhufe, nach der Weigert'schen Hämatoxilinfärbung für das Centralnervensystem).

Fig. 7. (1 : 36; aa. O. III.) Querschnitt durch die Wand eines injicirten Fohlenhufes; halbschematisch, nach einem mikroskopischen Präparat. B. = Fleischblättchen; G. = arterielles Gefäss, Zweige in die Fleischblättchen sendend; H. = Hornblättchen, bei x Gabelung eines Hornblättchens; Hr. = Hornröhrchen der Hornwand; S. = Secundärhornblättchen.

Fig. 8. (1 : 550; F. O. II.) Isolirte Nervenfaser, nach Osmiumsäurebehandlung. K. = spindelförmig gestaltete Kerne der Schwann'schen Scheide (Sch.).

Fig. 9. (1 : 550; F. O. II.) Isolirte Nervenfaser, deren Inhalt durch Gerinnungsvorgänge in Stücke zerfallen ist (nach Osmiumsäure). Im untersten Theile des Nerven 2 kleine, wandständige Kernchen.

*Fig. 10. (Schwache Vergrösserung.) Längsschnitt durch eine Fleischpapille des Sohlenrandes. Die dunklen Linien im Innern deuten den Verlauf der Nervenfasern an (nach Osmiumsäure).

Fig. 11. (1 : 235; D. D. O. II.) Nervenendigung in einer Papille des Sohlenrandes. N. I = Nerv mit kolbenförmiger Anschwellung; N. II ein anderer Nerv, der scheinbar mit dem ersten nach abwärts zusammenstösst; x = Schicht von Retezellen, die die beiden Nerven von einander trennt (nach Osmiumsäure).

Fig. 12. (1 : 1020; F. O. IV.) Spindelförmige Anschwellung in der Mitte einer Nervenfaser, vom Sohlenrande (nach Osmiumsäure). Ob Ganglion?

Fig. 13. (1 : 550; F. O. II.) Aehnliche Anschwellung (nach Goldchlorid).

Fig. 14. (1 : 550; F. O. II.) Dasselbe (nach (Osmiumsäure).

Fig. 15. (1 : 235; D. D. O. II.) Dasselbe.

Fig. 16. (1 : 550; F. O. II.) Zwei feine Nerven mit spindelförmiger Anschwellung (nach Osmiumsäure).

Berlin, Juli 1886.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische.

Von

K. F. Wenckebach, med. cand. in Utrecht.

Hierzu Tafel XVI und XVII.

Die Herkunft der Periblastkerne[1]).

Nach Hoffmann[2]) verläuft die erste Theilung des Furchungskernes bei den Knochenfischen parallel der Eiachse. Der obere (mehr an der Oberfläche des Keimes gelegene) Kern soll dann in der schon vielfach beschriebenen Weise sich theilen und so Anlass geben zur Bildung des Blastoderms. Der untere Kern aber soll in einer protoplasmatischen Schicht (Periblast[1]), Agassiz) unterhalb des Blastoderms sich ebenfalls theilen und den freien Kernen im Periblast, welche fast alle früheren Autoren an späteren Stadien gesehen haben, den Ursprung geben.

Die Ansichten und Abbildungen Hoffmann's wurden zuerst von Agassiz und Whitman[3]) kritisirt. Nachdem diese beiden Forscher ihre Bedenken gegen Hoffmann's Darstellung der Furchung geäussert haben, beweisen sie, dass bei pelagischen Eiern die freien Kerne aus den Randzellen des Blastoderms herrühren.

1) Ich nehme den von Agassiz und Whitman eingeführten Namen „Periblast" gerne an, weil die betreffende Protoplasma-Schicht der Teleostier dem Parablaste im Sinne von His u. a. durchaus nicht entspricht.

2) C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. Veröffentlicht durch die kgl. Akademie der Wissenschaften. Amsterdam. 1881. 1882.

3) Agassiz and Whitman, On the development of some pelagic fish-eggs. Preliminary notice. Proceedings of the Am. Ac. of Arts and Sciences. vol. XX. August 1884.

Diese pelagischen Eier waren behufs Anfertigung von Schnittserien getödtet in Osmiumsäure ($^1/_2$ %) und gehärtet in einem Gemische von Chromsäure (1 %) und Platinchlorid ($^1/_4$ %), welche Methode ich als eine ganz vorzügliche kennen gelernt habe, namentlich für die ganz jungen Stadien der Teleostiereier. Die differente Färbung verschiedener Zellen, welche Agassiz und Whitman erwähnen, habe ich ebenfalls öfters recht deutlich auftreten sehen.

Niemals habe ich unter den zahllosen Eiern, welche ich in Neapel untersuchen konnte, auch nur ein einziges Mal freie Kerne in so frühen Stadien angetroffen, wie Hoffmann dieselben gesehen zu haben behauptet. Auch an sehr jungen Juliseiern konnte ich dieselben nicht auffinden. Im Gegentheil war ich im Stande die Meinung von Agassiz und Whitman, dass dieselben aus den Randzellen des Blastoderms stammen, an den prachtvollen klaren Eiern von Belone acus zu bestätigen.

Die frischen Eier von Belone wurden von den langen, faserförmigen Anhängen befreit, sodann auf einem Objectträger mit tiefem Hohlschliff in Seewasser untersucht. Mit Hülfe ganz dünner Deckgläschen war es mir möglich, die Eier mit ziemlich starker Vergrösserung zu beobachten und die Vorgänge am lebenden Ei zu studiren.

Die Randzellen des Blastoderms gehen schon im vierundsechszigzelligen Stadium flach in's Periblast über, genau so wie Agassiz und Whitman dies beschreiben. Die Randzelle ist also nur an drei Seiten von ihrer Umgebung getrennt, die periphere Seite ist kontinuirlich mit der Periblastmasse. Beobachtet man in älteren Stadien diese Randzellen längere Zeit, so nimmt man wahr, dass die kugelrunden, bleichen, homogen aussehenden Kerne sich spindelförmig strecken. An beiden Polen bemerkt man eine kleine Trübung des Protoplasma: der Kern ist im Begriff, sich zu theilen. Jetzt verschwindet er aber gänzlich in den lebenden Eiern. Erst nach 20—25 Minuten treten die Theilungsproducte wieder auf und jetzt sieht man, dass die eine Hälfte des Kernes in der Randzelle zurückgeblieben ist, die andere aber im Periblaste ein wenig ausserhalb des Blastoderms liegt. Fig. 1—2 und 3—4 zeigen, wie sich die Kerne in 32—36 Stunden alten Blastodermen verhalten.

Beide Kerne fangen alsbald wieder an, sich zu theilen. Demnach vermehrt sich die Anzahl der freien Kerne ziemlich rasch und erklärt es sich, dass während einiger Zeit die freien Kerne

in concentrischen Ringen um das Blastoderm gelagert bleiben, indem das Austreten der Kerne fast genau zur selben Zeit an dem ganzen Rand stattfindet, wie mir dies Beobachtungen an lebendigen und conservirten Eiern wiederholt lehrten. Die gleichzeitige Theilung aller freien Kerne findet noch ziemlich lange statt. Ich besitze in Sublimat conservirte und in Mayer's Carmin gefärbte Blastoderme von Belone-Eiern, wo die Kerne schon mehr unregelmässig, ungefähr in fünf oder sechs concentrischen Ringen um das Blastoderm gelagert sind und wo alle Kerne die bekannten Theilungsfiguren zeigen; nur ist an der einen Seite des Blastoderms die Theilung schon ein wenig weiter vorgeschritten, als an der gegenüberliegenden.

Die Vermehrung der freien Kerne wird bei Belone noch beschleunigt durch einen zweiten Vorgang, welchen ich zu wiederholten Malen an Eiern beobachtete, die sich später ganz normal weiter entwickelten und die also ohne Zweifel auch damals normale Verhältnisse darboten. Die Wände der Randzellen werden nämlich allmählich destruirt, sie verfliessen sehr langsam mit der Periblastmasse. Dadurch kommen natürlich die Kerne dieser Zellen direct frei zu liegen in der umgebenden Periblastmasse, welche sich zu dieser Zeit auch noch nicht vom Protoplasma der Zelle des Blastoderms unterscheidet. Dieser Abbruch an dem Rand des Blastoderms (vgl. die Wände in Fig. 1—2 und Fig. 3—4) währt wahrscheinlich nicht sehr lange. So weit ich beobachten konnte, verschwinden auf diese Weise nur die Zellgrenzen der äusseren zwei oder drei Zellenreihen.

Die Verkleinerung des Blastoderms ist also viel geringer als die Zunahme desselben in Folge der Zelltheilung. Ich möchte noch ausdrücklich hervorheben, dass es sich hier nicht um irgend welche Kunstprodukte handelt, weil ich dasselbe mehrmals beobachtete an frischen Eiern, welche, wieder in circulirendes Wasser gebracht, sich ganz normal weiter entwickelten. Die Abbildungen 1, 2, 3 und 4 sind direct nach den lebendigen Objecten skizzirt[1].

---

1) An einigen eben von mir untersuchten Blastodermen von Perca fluviatilis finde ich fast ganz dieselben Verhältnisse, wie bei Belone; ich glaube also auch hier die freien Kerne als von den Randzellen des Blastoderms herrührend betrachten zu können.

Bevor ich das weitere Schicksal der auf diese Weise in den Periblast gerathenen Kerne verfolge, muss ich bemerken, dass die Randzellen des Blastoderms nicht immer die einzigen Zellen sind, welche Kerne für das Periblast liefern. Dies lehrte mich ein Präparat, das ich in Fig. 6 abgebildet habe.

Als ich im Sommer 1885 in der zoologischen Station in Neapel den Auftrieb täglich durchsuchte, fand ich unter den oft zahllosen pelagischen Fischeiern[1]) einige Formen, welche dort noch nicht bemerkt waren und meines Wissens noch nicht beschrieben sind. Diese Formen waren:

1. Ein Ei mit einem Durchmesser von 2 mm; das eng um den Dotter schliessende Chorion zeigt auswendig eine polygonale Structur. Bei starker Vergrösserung nimmt man wahr, dass dasselbe zusammengesetzt wird von niedrigen Leistchen, welche kleine sechseckige Felder begrenzen (Fig. 5 a b).

Dotter und Chorion sind beide wasserklar.

2. Das grösste pelagische Ei, das ich je gefunden habe. Diameter 4 mm. Die Dottermasse hat einen Diameter von nur 2 mm; dieselbe schwebt also frei in dem geräumigen Chorion. Chorion, Dotter und Embryo ebenfalls wasserklar. Der Dotter ist scheinbar gefurcht.

3. Ein dem vorigen sehr ähnliches Ei, aber viel kleiner. Diameter 1,9 mm. Diameter des Dotters ungefähr die Hälfte. Ebenfalls wasserklar.

Die in 1 und 2 beschriebenen Eier waren prachtvolle Objecte zur Untersuchung, leider nur in sehr geringer Anzahl vorhanden. Von dem sub 2 genannten Ei fand ich nur fünf oder sechs Stück. Einige derselben conservirte ich nach der von Agassiz und Whitman angegebenen Methode und erhielt davon lückenlose Schnittserien. Freilich habe ich nur ein einziges Exemplar in dem in Fig. 6 abgebildeten Stadium schneiden können; das Präparat zeigt aber die Verhältnisse so deutlich, dass ich nicht zögere, mich hier auf dasselbe zu beziehen. Es treten hier an einer grossen Anzahl von Zellen an der unteren Seite des Blastoderms dieselben Variationen in der Färbung auf, welche Agassiz und Whitman[2]) an den Randzellen der Ctenilabrus-Eier beschreiben. Die Zellen

1) Vgl. C. K. Hoffmann, l. c. p. 2—4.

2) Agassiz and Whitman, l. c. p. 55.

und Kerne sind mehr gefärbt. Dabei zeigen sie aber auch Veränderungen in Gestalt und Grösse. Die Zellen schwellen einigermaassen auf, lösen sich von einander ab, nehmen eine unregelmässige Gestalt an und fallen auf den Boden der Furchungshöhle; hier verschmelzen sie mit der Periblastmasse. Die Kerne bleiben daselbst liegen und werden so zu freien Periblastkernen. Sie unterliegen hier also schon im Blastoderme den auf hydropische Degeneration hinweisenden Veränderungen, welche wir auch bei den aus den Randzellen herrührenden Kernen werden auftreten sehen.

Das Präparat ist so deutlich, dass ich nicht glaube dasselbe anders interpretiren zu können. Man kann doch schwerlich annehmen, dass urplötzlich im Periblaste ganz fertige Kerne auftreten sollten, welche Protoplasma um sich sammeln und nachher sich dem Blastoderme anschliessen könnten. Wäre nicht schon eine solche spontane Kern- und Zellbildung bei dem heutigen Stande der Wissenschaft äusserst unwahrscheinlich, so spräche doch auch in dieser Figur alles gegen eine solche Erklärung.

Ich meine also bewiesen zu haben, dass die freien Periblastkerne bei den Knochenfischen immer aus dem Blastoderm stammen, und zwar entweder treten sie aus den Randzellen in's Periblast, wie Agassiz und Whitman zuerst behaupteten, oder sie stammen aus Zellen, welche von der unteren Fläche des Blastoderms auf den Boden der Furchungshöhle fallen, um dort mit dem Periblaste zu verschmelzen.

Vielleicht treten diese beiden Vorgänge zuweilen (oder auch immer?) zusammen auf, wie mir dies in vielen Fällen höchst wahrscheinlich vorkommt. Aus Figur 6 geht hervor, dass auch in diesem Eie, wo so viele Zellen sich vom Blastoderme lösen, auch wohl Kerne aus den Randzellen des Blastoderms stammen. Oellacher[1]) hat also wahrscheinlich Recht, wo er beschreibt, wie beim Bachforellenei Zellen sich von der unteren Fläche des Blastoderms lösen, auf den Boden der Furchungshöhle fallen und sich ins Periblast eingraben, abgesehen davon, dass er die veränderten Kerne für

1) J. Oellacher, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII, p. 12.

Zellen ansieht. Die Kerne, welche er in Taf. I, Fig. 4 und 5 z' abbildet, sind denn auch wohl aus den Randzellen getreten. Es erklärt sich somit aus der Combination dieser Vorgänge, wie man schon so bald die Kerne auch unter dem Blastoderme und nicht nur in dem Randwulste antreffen konnte.

Hoffmann giebt in seiner Schrift: „Zur Ontogenie der Knochenfische“ eine ausführliche historische Uebersicht über diese Frage. Ich glaube dieselbe also hier weglassen zu können, doch möchte ich folgende Bemerkungen machen:

Wie schon gesagt, muss freie Kernbildung im Dotter oder im Periblast der Knochenfische gänzlich verworfen werden. Niemand hat dieselbe bis jetzt genau beschreiben können, weil es durchaus keine Zwischenstufen zwischen Dotterelementen und Kernen giebt. Sie ist nur von einigen Forschern, wie Kupffer[1]), van Beneden[2]) u. a. angenommen, weil diese Beobachter auf einmal die Kerne sahen, ohne gesehen zu haben, woher dieselben gekommen waren.

Die Ansicht Hoffmann's, dass die Periblastkerne direct von der ersten Kernspindel herrühren, ist durch spätere Untersuchungen nicht bestätigt worden. Ryder[3]) nimmt dieselbe ohne weiteres ungeändert von Hoffmann über.

Brook[4]) und Goronowitsch[5]) haben sich kein Urtheil über diese Frage bilden können. Agassiz und Whitman weisen aber genügend auf die Mängel hin, welche den Theorien Hoffmann's ankleben, und ich kann mich nur jenen beiden Forschern anschliessen.

---

1) C. Kupffer, Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IV, pag. 209.

2) Ed. van Beneden, A contribution to the History of the Embryonic Development of the Teleostean Fishes. Quart. Journ. of microscopical science. Vol. XVIII. N. S. p. 41.

3) John A. Ryder, A contribution to the Embryography of osseous Fishes, with special reference to the development of the cod. Report of Am. comm. of Fish and Fisheries 1884. pag. 482.

4) G. Brook, On the Origin of the Hypoblast in Pelagic Teleostean Ova. The Quart. Journ. of Microsc. Science. N. S. Nr. XCVII, pag. 29.

5) N. Goronowitsch, Studien über die Entwicklung des Medullarstranges bei Knochenfischen, nebst Beobachtungen über die erste Anlage der Keimblätter und der Chorda bei Salmoniden. Morph. Jahrb. Bd. X. pag. 376.

Dabei glaube ich jetzt die Herkunft der Periblastkerne aus dem Blastoderm durch die Untersuchungen von Agassiz und Whitman und durch meine directen Beobachtungen genügend festgestellt.

Als mein Manuscript schon druckfertig lag, erschien die Arbeit von Miecz. von Kowalewski: „Ueber die ersten Entwickelungsprocesse der Knochenfische". Der Vorgang, welchen Kowalewski an der Basis des Blastoderms von Carassius auratus und am Rande des Blastoderms von Polyacanthus viridiauratus beobachtete, ist demjenigen, welchen ich S. 226 beschrieb, sehr ähnlich und die Entstehung der Periblastkerne ist bei den genannten Fischen und bei Belone principiell durchaus gleichartig.

Gänzlich schliesse ich mich Hoffmann und anderen Forschern an, wenn sie den Periblastkernen jede weitere Beziehung zum Embryo absprechen. Niemals bekam ich an lebendigen oder gut conservirten Embryonen ein Bild, das mir ein Austreten von Kernen aus dem Periblaste in den Embryo oder ähnliches auch nur einigermaassen wahrscheinlich machen konnte. Bei der Beschreibung der Entwickelung von Blutgefässen und Blutkörperchen wird es sich zeigen, dass auch in dieser Hinsicht nichts von den freien Kernen zu hoffen ist.

Zu dieser Ueberzeugung fühle ich mich auch entschieden dadurch gedrängt, dass die Kerne, nachdem sie in den Periblast gekommen sind, unzweifelhaft einer langsamen Degeneration unterliegen[1]). Anfangs behalten die aus den Randzellen stammenden Kerne genau das Aussehen und die Grösse der Zellkerne des Blastoderms bei (Fig. 6 F. K. R.). Zu der Zeit aber, wo sich die Keimblätter zu differenziren anfangen, unterliegen die freien Kerne einer characteristischen Veränderung. Sie schwellen auf, nehmen eine relativ bedeutende Grösse an und zeigen in gefärbten Präparaten eine unregelmässige, grossmaschige Structur, welche augenscheinlich abhängig ist von Vacuolenbildung innerhalb des Kernes. Niemals wird jetzt mehr Theilung dieser Kerne wahrgenommen. Wie schon gesagt, zeigen die Kerne der von der

1) Dr. H. E. Ziegler vertrat dieselbe Auffassung in einem Vortrage auf der 58. Versammlung Deutscher Naturforscher in Strassburg i. E. Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg 1885. Seite 202.

unteren Fläche des Blastoderms sich lösenden Zellen diese Veränderungen schon, bevor sie noch im Periblaste liegen. Die aus den Randzellen stammenden Kerne theilen sich aber erst noch einige Male, um erst später aufzuschwellen (vgl. die Kerne in Fig. 6).

Ein ähnliches Bild gewähren die Kerne bei hydropischer Degeneration, wie sie häufig an Epithelien wie auch in Entzündungsherden und Geschwülsten vorkommt, und wobei Zellen und Kerne in ähnlicher Weise wie bei den Periblastkernen aufschwellen (vergl. Ziegler, Lehrb. der allg. u. spec. path. Anatomie, Jena 1885, Bd. I. p. 67 u. 237 § 45 und § 126, 9).

Auch das weitere Schicksal der freien Kerne ist Degeneration. Wenn der Embryo schon längst aus der Eihülle geschlüpft ist, findet man als letzte Reste des Dotters eine protoplasmareiche Masse, in welcher die Kerne haufenweise aufeinander gepackt liegen. Die Umrisse der letzteren sind unregelmässig geworden, man erkennt keine Structur mehr und diese homogen rothgefärbten Klümpchen fliessen schliesslich zusammen und werden so resorbirt.

Ob die Kerne irgend eine Function haben, die Bestandtheile des Dotters oder des Periblasts assimiliren, oder ähnliches, kann ich nicht entscheiden; doch kommt die von Hoffmann[1]) aufgestellte Theorie mir am annehmbarsten vor, dass nämlich die Kerne irgend einen Einfluss auf die Dotterelemente haben, und diese in einen zur Resorption geeigneten Zustand bringen.

Kupffer[2]) und später auch Kingsley und Conn[3]) haben beschrieben, wie um die Periblastkerne Zellgrenzen auftreten und eine Art Pflasterepithelium entstehe. Viele Autoren bezweifelten diesen Vorgang und ist derselbe auch nicht wirklich festgestellt worden. Ich habe die Eier von Gasterosteus und Spinachia nicht untersucht, habe aber bei anderen Species (Belone, Blennius u. a.) ähnliche Bilder bekommen, wie Kupffer[2]) in Fig. 1 Taf. XVI abbildet. Die regelmässige Lagerung der Kerne ist aber, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, dadurch zu erklären, dass dieselben zur selben Zeit aus den Randzellen des Blastoderms getreten sind. Was die Zellcontouren betrifft, so haben wir es nicht etwa mit

---

1) C. K. Hoffmann, l. c.

2) C. Kupffer, l. c.

3) Kingsley and Conn, Some observations on the Embryology of Teleosts. Memoirs of the Boston Society of Nat. History. Vol. III. No. VI.

ausserhalb des Blastoderms entstehenden Zellen, sondern mit Randzellen zu thun, welche im Begriff sind, mit der Periblastmasse zu verschmelzen, wie ich dies bei Belone beobachtete und oben beschrieben habe. Ebenso ist auch die Fig. 24 a, Taf. XV in der Arbeit von Kingsley und Conn[3]) zu erklären, wie auch die Fig. 4 Pl. I in Ryder's Arbeit über Cybium[1]) und Fig. 3 Pl. XIX in Ryder's Arbeit über Belone[2]).

Die Theilnahme des Periblasts an der Bildung des Hypoblasts kommt mir ebenfalls höchst zweifelhaft vor. Auch die jüngsten Untersuchungen von Brook[3]) und von Cunningham[4]) haben mich nicht überzeugen können. So lässt Cunningham den Boden des Darmrohrs aus den Periblastkernen entstehen. Ist es an sich schon nicht anzunehmen, dass das Darmepithel von zwei so verschiedenen Elementen aufgebaut werden sollte, so stützt sich die Angabe Cunningham's nur darauf, dass er zu der Zeit, wenn das Hypoblast sich eben ventral zum Darmrohr zusammengefaltet hat, unter demselben keine freien Kerne in der Periblastschicht fand. „We may conclude also", sagt er, „that this portion of the periblast has been used up to supply the cells of the floor of the gut". Freilich kein überzeugendes Argument.

Goronowitsch[5]), der ebenso wenig wie ich je in diesen Stadien noch Kerntheilungsfiguren sah, die aufgeschwollenen Kerne aber mit Zellen identificirte, fand keine Bilder, „welche hätten erkennen lassen, dass solche parablastischen Zellen den unteren Schichten des Entoderms in den seitlichen Theilen des Embryo sich anschliessen".

Es kommen überhaupt keine wahren Zellen im Periblast oder im Dotter der Knochenfische vor. Agassiz und Withman[6]) erwähnen ein ellipsoidisches Ei (Osmerus?) und noch einige an-

1) John A. Ryder, Development of the Spanish Macherel (Cybium maculatum). Bull. of the U. S. Fishcommission 1881. pag. 135.

2) John A. Ryder, Evelopment of the Silves Gar (Belone longirostris). Bulletin of the U. S. Fishcommission 1881. pag. 283.

3) G. Brook, l. c.

4) J. T. Cunningham, The significance of Kupffer's Vesicle with Remarks on other Questions of vertebrate morphology. Quart. Journ. of micr. Science U. S. No. XCVII 1885. pag. 5.

5) N. Goronowitsch, l. c. p. 422.

6) Agassiz and Whitman, l. c. pag. 24 und 31.

dere Fischeier, wo der Dotter in grossen polygonalen Zellen segmentirt ist und die beiden Forscher suchen eine Stütze für eine morphologische Vergleichung der Eier der Teleosteer und anderer Vertebraten „in the actual cleavage of the yolk in some teleostean ova, as first noted by Mr. Agassiz". In Neapel fand ich zahlreiche pelagische Eier, welche ebenfalls das Bild eines gefurchten Dotters darboten. Hierzu gehörte u. a. das auf Seite 228 sub 2 beschriebene Ei und auch ein oft in sehr grosser Zahl vorhandenes ovales Ei. Ich kann nicht entscheiden, ob letzteres einer Osmerusart angehörte und mit dem von Agassiz und Whitman erwähnten Eie übereinstimmt; der Querdurchmesser maass nur die Hälfte der Längsachse und es entwickelte sich das Blastoderm an einem der Eipole; Oeltropfen waren nicht vorhanden. Ich muss aber nachdrücklich darauf hinweisen, dass es sich hier nicht um eine etwa dem Amphibieneie vergleichbare Dotterfurchung handelt. Ich konnte weder an lebendigen noch an in Schnittserien zerlegten Embryonen eine Spur von Kernen oder Zellgrenzen finden. Es ist hier aber eine relativ regelmässige Theilung des Dotters eingetreten, abhängig von dünnen protoplasmatischen Fortsätzen des Periblasts, welche dem Dotter ein gefurchtes Aussehen verleiht.

Es kommt mir also vor (wie auch Agassiz und Whitman meinten), dass die von His aufgestellte Parablasttheorie auch in der Form, welche ihr Waldeyer gegeben hat, soweit es die Knochenfische angeht, keine Begründung hat, indem erstens keine Kerne oder Zellen im Periblaste oder im Dotter entstehen, zweitens die Kerne des Periblasts nach ihrem Austritt aus dem Blastoderme degeneriren und nicht direct am Aufbau des Embryo sich betheiligen.

Die Entwicklung des Herzens und der Blutgefässe.

Die Entwicklung des Herzens und der Blutgefässe habe ich hauptsächlich an lebendigen Belone-Embryonen studirt; ferner auch so weit möglich an Embryonen von Blennius, Gobius, Syngnathus und vielen pelagischen Eiern. Hierbei bekam ich folgende Resultate:

Bald nachdem sich das Hypoblast ventral zum Darmrohr geschlossen hat, findet man an der unteren Seite des Embryo, kurz hinter den Augenblasen, ein Band mesoblastischer Zellen. In-

mitten dieses Bandes bildet sich eine anfangs geringe Anhäufung von Zellen. Fig. 7 und ff. zeigen, wie ich dasselbe bei Belone fand. Dieses Zellenband unter dem Embryo habe ich an verschiedenen pelagischen Eiern (wenigstens bei fünf Species) gefunden und zwar oft viel deutlicher als bei Belone, und es gelang mir hier, durch die ausserordentliche Durchsichtigkeit von Dotter und Embryo festzustellen, dass diese Zellen herrühren von den indifferenten Mesoblastzellen im Kopfe, indem sie von oben her um den Darm hinwandern, um von beiden Seiten unter demselben zusammen zu treffen, was ich auch durch Schnittserien von Belone-Embryonen bestätigt fand.

Die Anhäufung von Zellen, welche sich inmitten des Bandes bildet, spaltet sich schon bald und bildet so eine Art Tasche (Fig. 7a, 7b). Diese nimmt schon nach ungefähr 16 Stunden die Form eines kleinen Säckchens an, welches sich bald nach vorne hin verlängert, indem es an dem hinteren Ende fest am Embryo verbunden bleibt. Wie aus Fig. 8 bis Fig. 11, welche die Ansicht des Herzens von oben und von der Seite in verschiedenen aufeinander folgenden Stadien darstellen, hervorgeht, nimmt das Herz bald eine Schlauchform an und am 9. Tage fängt es schon an sich zu contrahiren, erst nur an dem vorderen Ende, wie es die punctirten Linien in Figur 10 andeuten.

Es werden jetzt die Verhältnisse ein wenig deutlicher: Man nimmt wahr, dass die Ränder der vorderen Oeffnung des Herzschlauches sich fortsetzen in eine ausserordentlich dünne Membran, gebildet von blassen Zellen, welche mit langen protoplasmatischen Fäden zusammenhangen, welche Membran die Verbindung zwischen dem Herzen und der Umgebung desselben darstellt, sich also an die Unterseite des Embryo und die Oberfläche des Dotters heftet. Das Herz liegt nämlich jetzt direct auf dem Dotter und es befindet sich nicht noch eine Schicht von Hypoblastzellen zwischen dem Herzen und dem Dotter. Das Hypoblast hat sich nämlich in diesem Stadium schon zu dem Darme eingefaltet und dasselbe wird bekanntlich gänzlich zu diesem Organe verwendet. Es bleibt also nicht noch eine Schicht übrig, welche eventuell den Dotter umwachsen konnte, wie Hoffmann[1]), Ryder[2]) u. a. beschreiben.

1) C. K. Hoffmann, l. c.

2) Ryder in allen oben citirten Schriften.

Ich beziehe mich bei dieser Behauptung nicht nur auf meine eigenen Beobachtungen an lebendigen und conservirten Embryonen, sondern auch auf die Arbeiten von Oellacher[1], Ziegler[2], Cunningham[3] u. a., aus welchen ebenfalls hervorgeht, dass der Dotter nicht von Hypoblast umwachsen ist, und es auch nicht sein kann, weil das Hypoblast gänzlich zum Darmrohr verbraucht wird. Wie oben gesagt ist, glaubt Cunningham dasselbe noch nicht einmal dazu hinreichend und lässt den Boden des Darmrohres aus den Periblastkernen entstehen.

Aus diesem Irrthum lässt sich wohl Hoffmann's Ansicht erklären, das Endothel des Herzens und der Gefässe werde von Hypoblastzellen gebildet. Abgesehen davon, dass die Fig. 9, Taf. II, Fig. 4, Taf. III und Fig. 3 und 6 von Taf. IV in Hoffmann's „Zur Ontogenie der Knochenfische" 1882, wohl zu sehr schematisirt genannt werden dürfen, scheint es mir auch a priori unwahrscheinlich, dass das Herzendothel von dem Epithelien bildenden Hypoblast und nicht vom Mesoblast herzuleiten wäre, indem alle übrigen Endothelien doch unzweifelhaft vom Mesoblaste herrühren.

Das bald lebhaft pulsirende Herz verlängert sich immer mehr nach vorne, bis die vordere, venöse Oeffnung vor den Kopf des Embryo zu liegen kommt (Fig. 12). Die Ränder dieser Oeffnung heften sich jetzt unten am Dotter, oben an der Unterseite des Hornblattes, welches zusammengesetzt von grossen, flachen, polygonalen Zellen den ganzen Dotter umkleidet. Das Herz communicirt also in diesem Stadium noch mit dem ganzen Raum zwischen Dotter und Hornblatt und bringt durch die von vorne nach hinten verlaufenden Contractionen die Flüssigkeit, welche sich in jenem Raum befindet, in die Gefässe des Embryo. Die Wand des Herzens hat sich jetzt differenzirt in eine äussere dickere und eine innere endotheliale Schicht, welche durch einen feinen Plasmafaden zusammenhängen, wie u. a. Balfour[4] schon ganz richtig beschreibt. An der rechten

1) Oellacher, l. c. 1873. Vgl. die Figuren auf Taf. IV.

2) E. Ziegler, Die embryonale Entwicklung von Salmo Salar. Inaug. Diss. Freiburg 1882 (vgl. Seite 50 und Fig. 1—7 auf Taf. IV).

3) J. T. Cunningham, l. c. vgl. Fig. 5.

4) Balfour, Comparative Embryology. Vol. II. London 1881.

Wand des Herzens bildet sich jetzt eine anfangs kleine Anschwellung, wobei auch die Wand ein wenig dicker wird (Fig. 12 und ff.). Mit diesem Vorgange leitet sich die Differenzirung der Herzkammer ein.

Das Herz ist immer mehr weniger nach der linken Seite des Embryo gewendet; dabei liegt das arterielle mit dem Embryo fest verbundene Ende immer in der Medianebene des Embryo, das venöse Ende aber unter dem linken Auge (Fig. 12).

In einem ähnlichen Stadium habe ich das Herz bei allen von mir untersuchten Embryonen gesehen. Bei Blennius fand ich ganz genau dieselben Verhältnisse, wie bei Belone, wie denn auch diese beiden Genera in ihrer Entwicklung einander sehr ähnlich sind. Auch hier hat sich der venöse Abschnitt des Herzens nur so wenig nach der linken Seite gewendet, dass dasselbe unter dem linken Auge liegt. Auch Syngnathus- und Gobiusembryonen zeigen diese Lage des Organes, hier sind aber die ersten Stadien nicht am lebendigen Embryo zu studiren, weil Dotter und Embryo zu undurchsichtig sind. Anders liegt das Herz bei den meisten pelagischen Eiern, wo sich dasselbe viel mehr krümmt (Fig. 19). Das Herz öffnet sich hier also nicht vor dem Kopfe, sondern ganz an der linken Seite des Embryo. Das arterielle Ende liegt aber immer in der Medianebene[1]).

Einige Autoren haben das Herz der Knochenfische in diesem Stadium schon richtig abgebildet[2]). Kupffer[3]) hat in Fig. 32 und 33 das Herz von Perca und Gobius genau so abgebildet, wie ich dasselbe bei diesen Embryonen fand und er sah auch eine Spur von der ersten Anlage des Herzens bei Gasterosteus (Fig. 9) und bei Gobius (Fig. 23 und 30), konnte damals aber die Vorgänge noch nicht richtig deuten. Wo dieser Forscher aber die Entwicklung des Herings beschreibt[4]), ist er, wie schon Hoffmann be-

---

1) Vgl. auch die Abbildungen des Herzens in Ryder's Arbeiten über Spanish Mackerel und Gadus morrhua.

2) Ich beschränke mich bei der Literaturbesprechung hauptsächlich auf die Autoren, welche die lebendigen Embryonen beobachteten und verweise auf die historischen Uebersichten, welche man in den Schriften Hoffmann's u. A. findet.

3) C. Kupffer, l. c.

4) C. Kupffer, Die Entwicklung des Herings im Ei; in Jahresberichte

merkte, auf falscher Fährte, indem er die Entwicklung des Herzens der Knochenfische und des Kaninchens für ganz identisch hält. Aus dem oben Gesagten geht hervor, dass davon schwerlich die Rede sein kann.

Als ich meine Untersuchungen über die Entwicklung des Herzens eben abgeschlossen hatte, kam mir eine Arbeit von John A. Ryder[1]) in Händen, in welcher er die Entwicklung des Herzens von Gadus fast ebenso beschreibt, wie ich dieselbe bei Belone und anderen Embryonen fand. Er sah nämlich auch das Zellenband unter dem Embryo auftreten und meint inmitten dieses Bandes eine deutlich umschriebene Oeffnung gesehen zu haben, aus welcher sich das Herz entwickeln soll. In Bezug auf diese Oeffnung habe ich noch einige pelagische Eier untersucht, aber habe dieselbe nicht auffinden können.

Erst als ich meine Arbeit druckfertig machte, lernte ich Ryder's Arbeit über Belone longirostris[2]) kennen und bemerkte, dass er in der Hauptsache die Entwicklung des Herzens und des Dotterkreislaufes beschrieben und abgebildet hat. Er meint aber auch, dass der Dotter von Hypoblast umwachsen ist und glaubt daher Blut und Gefässe vom Hypoblaste herleiten zu müssen, welche Meinung, wie aus den folgenden Zeilen hervorgeht, eine irrige ist.

Bevor ich mich den weiteren Veränderungen des Herzens zuwende, will ich die Entstehung der Blutgefässe auf dem Dotter beschreiben, weil nachher Herz und Blutgefässe nicht wohl gesondert zu behandeln sind.

Ich möchte hier aber folgende Bemerkungen vorausschicken: Die Embryologie der Knochenfische ist fast ausschliesslich untersucht auf Schnittserien der ganz undurchsichtigen Embryonen von Lachs und Forelle. Es ist hierdurch die Meinung herrschend, dass bei den Knochenfischen, ebenso wie dies bei andren Vertebraten beschrieben ist, die Keimblätter wirklich nur als Blätter wachsen, sich spalten u. s. w. und auf diese Weise die verschiedenen Organe bilden. Jede Zelle sollte also passiv sein und sich

---

der Comm. z. wissensch. Unters. des deutschen Meeres in Kiel f. d. Jahre 1874—76. IV.—VI. Jahrg.

1) John A. Ryder, l. c. (Embr. oss. Fishes) vgl. Taf. VI, Fig. 30 und Beschreibung.

2) John A. Ryder, l. c. (Evel. of Silver Gar).

nur durch ihre Theilung an der Bildung der Organe betheiligen. Eine ganz andere Ansicht gewinnt man bei der fortgesetzten Beobachtung lebendiger Knochenfischembryonen. Man sieht deutlich wie die Zellen, namentlich die des Mesoblasts, selbständig mittelst amoeboïder Bewegungen und oft ausserordentlich langer protoplasmatischer Fortsätze sich im Körper des Embryo und auf dem nicht mit Hypoblast umkleideten Dotter bewegen und nach bestimmten Stellen kriechen, als handelten sie mit Wille und Bewusstsein. Bei der Anlage und weiteren Ausbildung des Herzens, so wie bei der Bildung der Gefässe und andrer Organe spielt diese selbständige Bewegung der Mesoblastzellen eine grosse Rolle.

An einem Beloneembryo von 4—5 Tagen findet man an beiden Seiten des Embryo eine Schicht von flachen, blassen Zellen, welche aneinander liegen, wie Fig. 22 es zeigt. Diese Schicht fängt am 5. Tage (Fig. 9) kurz hinter den Augenblasen an und reicht bis hinter das Ohr. Sie hängt mit dem Kopfmesoblast zusammen und ist zweifellos von mesoblastischem Ursprung. Ich habe nicht beobachten können, ob dieselbe als ein Rest des breiten Keimsaumes der ganz jungen Embryonalanlagen zu betrachten ist, oder ob die Zellen erst später aus dem Embryo auf den Dotter getreten sind.

Indem sich diese Schicht, welche als Embryonalsaum zu bezeichnen ist, allmählich bis vor den Kopf ausdehnt, wandern zahllose Zellen aus dem Rande derselben hinaus, und kriechen mit amoeboïden Bewegungen auf dem Dotter herum. Schon am 6. Tage bildet sich ein körniges, braunes Pigment im Protoplasma von vielen dieser Zellen. Die Pigmentzellen bewegen sich in nicht sehr grosser Zahl nach einer Stelle vor dem Kopfe des Embryo, wo alsbald der Sinus venosus des Herzens zur Entwickelung kommen wird (vergl. Fig. 9, Fig. 12 ff.). Sie lagern sich neben einander und heften sich mittelst starker protoplasmatischer Fäden an einander (Fig. 13 b). Indessen bildet sich immer mehr Pigment in diesen Zellen; der Kern tritt sehr deutlich hervor.

Nicht alle Zellen, die von dem Embryonalsaum auswandern, bilden Pigment. Eine sehr grosse Zahl derselben zerstreut sich über die Oberfläche des Dotters und diese sind als Material für die später sich dort bildenden Blutgefässe zu betrachten.

Dieses Austreten von Wanderzellen habe ich an Blennius-, Gobius- und Syngnathusembryonen ebenfalls beobachtet. Bei vielen pelagischen Embryonen tritt es in noch viel stärkerem Maasse auf. Hier wandern diese Zellen oft auch schon viel früher als bei Belone aus allen Seiten des Embryo aus. Eigenthümlich schien es mir, dass sehr viele Pigmentzellen bei pelagischen Eiern sich augenblicklich um die sich im Dotter oder vielmehr im Periblaste befindende Oelkugel lagern und zwar bei einigen Species so, dass die braungelb pigmentirten Zellen an die äussere Fläche, die schwarz pigmentirten an die nach innen gekehrte Seite der Oelkugel zu liegen kommen. Bei den pelagischen Eiern von Pleuronectiden, bei welchen sich nicht nur eine einzige Oelkugel im Dotter befindet, aber zahlreiche Häufchen von kleineren Fetttropfen in der oberen Dotterschicht gelagert sind, findet man ebenfalls fast ausnahmslos einige Pigmentzellen über jedem Häufchen ausgebreitet. Diese Neigung der Pigmentzellen wird vielleicht ihren Ursprung haben in Lichtbrechungserscheinungen, welche die runde, stark lichtbrechende Oelkugel erzeugt; denn diese Zellen reagiren auf Licht, indem sie in starkem Lichte sehr lange Fortsätze treiben, im Dunkeln dieselben aber fast gänzlich einziehen, wie ich dies durch ein einfaches Experiment feststellen konnte[1]; diese Eigenthümlichkeit der Pigmentzellen ist übrigens bei Frosch- und Tritonlarven schon längst bekannt.

Nach einigen Stunden sieht man bei Belone auch aus andren Theilen des Embryo Wanderzellen austreten, vorn an dem Kopfe, am Schwanzende u. s. w. Jetzt fängt auch die Bildung der Blutgefässe auf dem Dotter an. Man sieht wie von der Stelle kurz hinter den Ohrbläschen, wo der Embryonalsaum endet, sich ein Gefäss bildet längs des Randes des Embryonalsaumes (vergl. Fig. 12).

---

1) Ich stellte eine Portion Eier während einiger Stunden in absolute Dunkelheit, eine andere Portion in helles Tageslicht, tödtete nachher beide in heissem Sublimat, welches Reagenz bekanntlich die Elemente augenblicklich in situ fixirt und fand in den Embryonen der ersteren Portion kleine dicke Pigmentzellen mit sehr kurzen Fortsätzen; in der zweiten Portion waren sie aber flach ausgebreitet und mit sehr langen protoplasmatischen Ausläufern versehen.

In Bezug auf die feinere Structur dieser ersten Dottergefässe habe ich Folgendes beobachtet. Es tritt von hinten nach vorne verlaufend an der Oberfläche des Dotters eine rinnenförmige Vertiefung auf, dem späteren Gefässe entsprechend. Diese Rinne wird ausgekleidet mit den Zellen des Embryonalsaumes, welche sich alle dorthin bewegen, so dass, sobald das Gefäss geschlossen ist, der Embryonalsaum verschwunden ist. Wiederholt habe ich hier und an andren Gefässen das Stadium gesehen, wo das Blutserum noch durch einen Kanal strömte, dessen Wände oben von dem den Dotter umgebenden Hornblatte, unten von der mit losen Zellen bekleideten Rinne im Dotter gebildet wurden (Fig. 21 a). Allmählich schliessen sich dann die Zellen mehr an einander an, indem sie flacher werden und mit langen Fortsätzen unter einander sich verbinden, bis sich eine mehr oder weniger feste Wand gebildet hat, welche das Gefäss ringsum begrenzt und sich vom Hornblatte ablöst (Fig. 21 b).

Sind die Gefässe bis vor den Kopf des Embryo gewachsen, so stellen sich die ebenfalls von hinten nach vorne sich bildenden Wände derselben in Verbindung mit der zelligen Membran, welche die venöse Herzöffnung an Dotter und Hornblatt heftet (Fig. 26). Diese Verbindung findet ebenfalls durch Vermittlung der amoeboïden Wanderzellen statt.

Indessen hat sich ausser diesen Randvenen ein drittes Gefäss gebildet, das vom Schwanzende her median um den Dotter fortschreitet, um ebenfalls in den Raum vor dem Herzen sich zu ergiessen (Fig. 12, 13, 13 c, 14, 16, 17 und 18 m. D.).

Bei der Bildung dieses Gefässes ist die Rinne im Dotter, welche als erste Anlage des Gefässes auftritt, sehr deutlich zu sehen und besteht längere Zeit, bevor sie sich mit Wanderzellen auskleidet.

Die zwei Randvenen und das mediane Dottergefäss schliessen sich jetzt der Herzöffnung immer mehr an, indem sich die Gefässwände dort sehr langsam weiter ausbilden. Es wird auf diese Weise ein abgeschlossener Sinus Venosus gebildet. Noch lange dient das Hornblatt als obere Wand dieses Raumes; der Boden desselben ist die Dotteroberfläche. Allmählich werden diese beiden Flächen ebenfalls mit Zellen ausgekleidet, und sobald sich eine eigene Wand gebildet hat, entfernt sich diese vom Hornblatte (Fig. 14 und 16).

Gerade auf der Stelle, wo das mediane Gefäss in den Sinus venosus eintritt, lagern sich die oben erwähnten, aus dem Embryonalsaum stammenden Pigmentzellen bandförmig auf dem Boden dieser Höhle. Es scheint mir, als diene dieses Zellengebilde dort zur Befestigung der embryonalen Elemente, die sich hier zu den Gefässwänden ausbilden, weil die Zuckung des Herzens auf dieser Stelle immer eine gewisse Spannung verursachen muss. Sind einmal die Wände der Gefässe ganz geschlossen, so bilden die Pigmentzellen ein Rohr um die Vereinigungsstelle der drei Hauptdottergefässe (Fig. 14).

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass Mesoblastzellen durch selbständige amoeboïde Bewegungen die Wände der Blutgefässe des Dotters bilden.

Das Material für diese Gefässwände wird zum Theil auch durch den Blutstrom selbst herbeigeführt. Um diese Zeit werden nämlich eine Menge von Zellen in Circulation gesetzt, welche genau das Aussehen von Wanderzellen haben und kleine Fortsätze treiben. Diese Zellen rühren aus dem Embryo her, sind aber noch nicht die definitiven Blutkörperchen, denn man sieht, wie diese Zellen an verschiedenen Orten mit ihren kleinen protoplasmatischen Fortsätzen hängen bleiben und festkleben. Bald flachen sie sich ab und helfen so die sich immer vergrössernde Gefässwand bilden. Boden und Dach des Sinus venosus werden gänzlich auf diese Weise mit Zellen ausgekleidet.

An vielen Stellen treten diese circulirenden Zellen auch aus der noch mangelhaft geschlossenen Gefässwand hinaus, wodurch die Anzahl der sich frei auf dem Dotter befindenden Wanderzellen beträchtlich zunimmt. Wohl am meisten treten diese Zellen aus an der Stelle, wo die Pigmentzellen vor dem Sinus venosus liegen, indem hier die Gefässwand erst ziemlich spät vollständig ausgebildet wird.

Endlich werden die ersten circulirenden Zellen auch benutzt bei der Sprossenbildung der Dottergefässe. Die drei auf dem Dotter vorhandenen Gefässe fangen nämlich schon bald an kleine Seitenzweigchen zu bilden (Fig. 12 u. 13). Eine solche Sprossung wird eingeleitet von einer kleinen Ausbiegung der Gefässwand (vergl. Fig. 25 a. b. c. d. e und f), an deren Spitze sich immer eine Zelle befindet. In dem Maasse als die Sprosse wächst, lagern sich immer neue, aber nicht sehr zahlreiche Zellen an dieselbe an,

welche sich auf die schon oben beschriebene Weise ausbreiten, sich mit langen Fortsätzen an einander heften und so die Wand herstellen. Hierfür werden sowohl die vom Blutplasma herangeführten, als die sich schon auf dem Dotter befindenden Zellen verwendet. Diese letzteren Zellen scheinen eine grosse Neigung zu haben, Gefässe zu bilden, denn einige Male beobachtete ich, wie sich in diesem Stadium der Entwicklung freie, sich auf dem Dotter befindende Zellen, unabhängig von schon vorhandenen Gefässen, zusammenlagerten und kleine Röhrchen bildeten, welche später in das System der Dotterblutbahn eingereiht wurden.

In dieser Weise entsteht ein ziemlich dichtes Gefässnetz auf dem Dotter. Der Blutstrom bleibt aber immer nach dem Sinus venosus gerichtet, wo sich das Blut sammelt, um vom Herzen in die Gefässe des Embryo gebracht zu werden.

Der Zusammenhang des Dotterkreislaufs mit den Gefässen im Körper des Embryo ist in Figur 13, 13c, 15, 18, 19 dargestellt.

Figur 13c und 15 zeigen, wie die bei allen bis jetzt untersuchten Knochenfischen vorhandene Schlinge in dem Schwanze entsteht. Hier bildet sich an der Schlinge ein Sprosse auf dieselbe Weise wie an den Dottergefässen.

Meine Beobachtungen an anderen von mir untersuchten Embryonen waren folgende: Blennius und Syngnathus verhalten sich wieder ebenso wie Belone; bei Gobius treten auch die drei Hauptdottergefässe auf, dieselben verzweigen sich aber nicht und es bildet sich also kein Gefässnetz auf dem Dotter (vgl. Fig. 17, 18).

Bei den meisten pelagischen Eiern bilden sich gar keine Gefässe auf dem Dotter. Nur bei den sub 1 und 2 (S. 228) beschriebenen Eiern sah ich einige Gefässe auftreten und zwar hier auch die beiden Randvenen und das mediane Dottergefäss. Bei zwei sah ich besonders deutlich, wie das mediane Dottergefäss auch hier erst als eine Rinne im Dotter entsteht, welche sehr lange als Rinne besteht, bevor sie sich zum Gefässe schliesst. Merkwürdig schien es mir, dass auf dem Boden dieser Rinne in gleichen Distanzen einige grosse Pigmentzellen gelagert waren, deren ich bis zwölf in der ganzen Rinne zählte. In diesem prachtvollen klaren Embryo sah ich auch die Bildung der kleineren Gefässe im Embryo selbst. Wie aus Figur 24 hervorgeht, bilden sich hier die kleinen um das Medullarrohr ziehenden Gefässchen ebenfalls aus Zellen, welche sich mittelst

amoeboïder Bewegungen zwischen den Theilen des Embryo hinziehen.

Kehren wir jetzt zu der Beschreibung des Herzens zurück, so finden wir dasselbe jetzt gänzlich an die Dottergefässe angeschlossen. Die Anschwellung an der rechten Herzwand hat sich erweitert zur Herzkammer (Fig. 16, III), welche sich von der Vorkammer abgeschnürt hat. Beide Theile des Herzens differenziren sich immer mehr.

Jetzt liegt das Herz gänzlich vor dem Kopfe des Embryo (Fig. 16), aber noch immer mit dem venösen Ende nach vorn. In dem Maasse als der Kopf des Embryo in die Länge wächst, dabei sich vom Dotter abschnürt und der Dotter resorbirt wird, verändert sich die Lage des Herzens zum Embryo. Es dreht sich das Herz (wie aus den Schemata in Fig. 20 hervorgeht), um sein arterielles Ende, bis es senkrecht zum Embryo steht, und schliesslich in seiner definitiven Lage (das arterielle Ende nach vorn) in den Körper des Embryo aufgenommen wird.

Der Dotter wird in die Leibeshöhle aufgenommen und dort gänzlich resorbirt. Die drei Hauptdottergefässe werden damit die Hauptvenen des Fischkörpers. Wie sich dieser Vorgang vollzieht, habe ich nicht genau an den lebendigen Embryonen verfolgen können, weil sich um diese Zeit schon zu viel Pigment gebildet hat, als dass man die inneren Organe noch deutlich sehen könnte.

Die Blutgefässe und das Herz sind also von mesoblastischem Ursprung und werden gebildet durch das active Treiben der Wanderzellen.

Aubert[1]), Kupffer[2]) u. a. haben die Zerstreuung von Zellen auf dem Dotter schon einigermaassen beschrieben. Sie waren aber noch nicht im Stande die Vorgänge richtig zu deuten, weil sie meinten, dass der Dotter von Hypoblast umkleidet war. Kupffer meint, dass aus diesen Zellen Pigmentzellen und Blutkörperchen entständen. Hinsichtlich der Pigmentzellen hat er Recht: aus dem folgenden Abschnitt wird es sich ergeben, dass die Blutkörperchen auf andere Weise entstehen.

Ryder[3]) hat die späteren Stadien des Dotterkreislaufs von

1) Aubert, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1854 u. Bd. VII. 1856.

2) Kupffer, l. c. (Beobachtungen u. s. w.).

3) Ryder, l. c. (Embryography).

Belone longirostris schon richtig abgebildet. Er glaubt aber die Gefässe vom Hypoblast herleiten zu müssen, indem auch er meint, dass der Dotter mit Hypoblast bekleidet ist.

Das Lumen des Herzens und der Blutgefässe ist wohl zweifellos direct vom Blastocoel herzuleiten. Wie Ryder ganz richtig beschreibt, ist das Blastocoel bei den Knochenfischen sehr lange als ein ziemlich grosser Raum vorhanden. Es ist nämlich der Raum zwischen Hornblatt und Dotter identisch mit der Höhle, welche schon sehr früh unter dem Blastoderme auftritt (Fig. 6 Fh); und Agassiz und Whitman[1]), sowie Ryder haben nachgewiesen, dass diese wirklich die wahre Furchungshöhle ist.

Wie aus der oben gegebenen Beschreibung der Entwicklung des Herzens hervorgeht, wächst dasselbe als ein offener Schlauch in die Furchungshöhle hinein: das Lumen des Herzens ist also nichts Anderes als ein Theil des Blastocoels.

Die drei Hauptdottergefässe sind ebenfalls nur Theile des Blastocoels, welche erst später mit dem Herzen durch sich allmählich bildende Gefässwände zu einem einheitlichen Raum verbunden werden.

Die Bildung der grossen Gefässe im Körper des Embryo geht vom Herzen aus, indem das Lumen immer weiter zwischen den Organen hervordringt; dasselbe ist also auch vom Blastocoel herzuleiten.

Endlich rühren auch die kleineren Gefässe indirect vom Blastocoel her, weil sie als Sprossen der grossen Gefässe zu betrachten sind.

Diese Thatsache ist eine grosse Stütze für die von Bütschli begründete „Theorie bezüglich der phylogenetischen Herleitung des Blutgefässapparates der Metazoen“[2]). Er meint nämlich bei allen Metazoen das Lumen des Blutgefässapparates vom Blastocoel herleiten zu dürfen, konnte aber diese Lehre für die Vertebraten noch nicht in befriedigender Weise begründen. Neulich hat Hubrecht[3]) beschrieben, wie auch bei den Nemertinen das

---

1) Agassiz and Whitman, l. c.

2) O. Bütschli, Morphol. Jahrb. Bd. VIII.

3) A. A. W. Hubrecht, Proeve eener ontwikkelingsgeschiedenis van

Lumen der Rüsselscheide und des Blutgefässapparates ebenfalls vom Blastocoel herrühren.

Merkwürdig schien es mir, wie dieser Forscher auch bei den Nemertinen den Wanderzellen eine sehr grosse Rolle bei der Bildung aller Organe zuerkennt. Es wäre wohl zu untersuchen, wie sich dasselbe bei Embryonen anderer Gattungen verhält.

Die Herkunft der Blutkörperchen.

Ueber die Frage nach der Herkunft der Blutkörperchen giebt es fast so viele Meinungen als Autoren, welche dieselbe behandelten. Für eine historische Uebersicht kann ich, so weit es die Knochenfische angeht, auf die Arbeit Hoffmann's[1]) u. a. verweisen.

Im Jahre 1884 fand ich die Ursprungsstelle der Blutkörperchen bei lebendigen Embryonen von Perca fluviatilis[2]). Die Blutzellen stammen hier nämlich von einer compacten Zellenmasse, welche sich unter der Chorda dorsalis befindet, und ich konnte an lebendigen und conservirten Embryonen constatiren, wie die Zellen allmählich von dem Blutstrom gelockert und mitgeführt wurden. Die Herkunft dieser Zellenmasse konnte ich nicht angeben.

Damals war ich noch unbekannt mit der Inaugural-Dissertation von H. E. Ziegler[3]), in welcher er angibt, dass aus der schon von Oellacher[4]) beschriebenen intermediären Zellenmasse eine unter der Aorta verlaufende Vene und eine grosse Anzahl Blutkörperchen entstehe, indem diese Zellenmasse vom Blutstrom gelockert werde. Die intermediäre Zellenmasse ist von mesoblastischem Ursprung.

In dieser Hinsicht habe ich jetzt noch folgendes beobachten können:

Nur an einem pelagischen Embryo habe ich feststellen

Lineus obscurus Barrois. Uitgegeven door't Provinciaal Utrechtsch Genootschap. Utrecht 1885. Auch: Quart. Journal of microscopical Science 1886. Pt. 2.

1) Hoffmann, l. c. (1882).

2) K. F. Wenckebach, The development of the Blood-corpuscles in the Embryo of Perca fluviatilis. Journ. for Anat. and Physiology. Vol. XIX. pag. 231.

3) E. Ziegler, Die embryonale Entwicklung von Salmo Salar. Freiburg 1882, S. 47.

4) J. Oellacher, l. c.

können, dass die Blutkörperchen aus einer Zellenmasse unter der Chorda entstanden. Es war ein kleiner, sehr stark pigmentirter Embryo, von welchem ich leider die Species nicht angeben kann. Es gewährte dieser Embryo ungefähr dasselbe Bild wie der Embryo von Perca.

An lebendigen Belone-Eiern konnte ich folgendes beobachten. Wenn die Gefässbildung auf dem Dotter schon ziemlich weit vorgeschritten ist, werden die Blutzellen in Circulation gesetzt. Es sind runde, blasse Zellen, welche längere Zeit in Klümpchen zusammenhängen und nicht zu verwechseln sind mit den ersten circulirenden Zellen, welche auf Seite 242 beschrieben sind; diese letzteren sind kleiner, treiben kleine Fortsätze und helfen die Gefässwand bilden.

Die definitiven Blutkörperchen bleiben oft während einiger Zeit in ziemlich grosser Anzahl in dem medianen Dottergefäss eben vor dem Sinus venosus hängen, werden aber bald wieder durch den Blutstrom mitgeführt. Diese Anhäufung von Blutzellen, welche dadurch verursacht wird, dass das Gefäss an dieser Stelle noch enger und unregelmässiger ist, als die übrigen Gefässe, hat Ryder[1]) veranlasst, hier die Ursprungsstelle der Blutkörperchen anzunehmen. Freilich scheint es auch bei dem ersten Anblick so zu sein; allein bei längerer Beobachtung sieht man die wahren Verhältnisse, wie ich sie oben beschrieb. Ryder's Angaben sind hier auch einigermaassen unklar, so dass es nicht deutlich ist, ob er die Blutkörperchen aus den Dotterelementen, aus dem Hypoblast oder aus den freien Kernen entstehen lässt.

An Schnittserien von Beloneeiern ist es mir gelungen, den wahren Ursprung der Blutkörperchen zu entdecken und zwar auch in einem der intermediären Zellenmasse entsprechenden Zellengebilde. Fig. 23 i. Z. zeigt, wie ich diese Zellenmasse in einem 17 Tage alten Embryo fand.

Diese intermediäre Zellenmasse entsteht aus Zellen, welche von den mesoblastischen Somiten her zwischen Chorda und Darmrohr hinein wachsen und sich dort vermehren, bis sie auf Querschnitten das in Figur 23 gegebene Bild gewähren. Sie entsteht also nicht wie beim Lachs durch das Zusammenschmelzen von zwei gesonderten Strängen, aber direct als ein unpaarer Zellenstreifen zwischen Chorda und Darmrohr.

1) Ryder, l. c. (Silver Gar).

Uebrigens kann ich noch mittheilen, dass ich die Verhältnisse der Blutentwicklung beim Lachs ebenso fand, wie Ziegler dies schon 1882 beschrieb.

Das Blut ist also rein mesoblastischer Natur und weder vom Hypoblast noch von den freien Periblastkernen herzuleiten.

Die vorliegenden Untersuchungen über die Entwickelung der Teleostier habe ich an der zoologischen Station in Neapel während des Frühjahrs und Sommers (März bis Juli) 1885 begonnen und im zoologischen Laboratorium der Universität Utrecht zu Ende geführt.

Utrecht, April 1886.

Nachschrift. Als meine Arbeit schon abgeschlossen war, kam mir die jüngste Arbeit Cunningham's[1]) in Hände. Hier beschreibt dieser Forscher an einem 27 Stunden alten Blastoderm von Gadus morrhua Folgendes (pag. 7). „. . . It is seen that the boundary between the edge of the blastoderm and the yolk is not sharply defined; that the cells of the edge of the blastoderm have no planes of division separating them from the yolk mass, though their nuclei and the planes of division separating them from one another and from the other cells of the blastoderm can be distinctly seen“ (Fig. 12).

Er glaubt daher ebenfalls die freien Kerne von den Randzellen des Blastoderms herleiten zu dürfen und bestätigt also die Untersuchungen von Agassiz und Whitman.

Wo Cunningham aber das spätere Schicksal des Periblast des Teleosters beschreibt, vermag ich ihm nicht zu folgen. Er glaubt u. a. das Periblast später zum Mesoblast rechnen zu dürfen, indem er erst den Boden des hypoblastischen Darmrohres daraus entstehen lässt. Abgesehen von diesem Widerspruch, finde ich mich aus den oben gesagten Gründen nicht veranlasst, irgend welche Theilnahme des Periblasts an der Bildung des Embryo (welche auch zur Zeit durch keine tüchtigen objectiven Beobachtungen erwiesen ist) anzunehmen.

---

1) P. T. Cunningham, On the relations of the Yolk to the Gastrula in Teleosteans and in other vertebrate Types. In: The Quart. Journ. f. micr. Sc. U. S. No. CI. 1885.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XVI und XVII.

Bl. z.	Blastodermzellen.
F. K.	Freie Kerne.
Fh.	Furchungshöhle.
Rw.	Randwulst.
Au.	Augenblasen.
O.	Gehörbläschen.
E. s.	Embryonalsaum.
H.	Anlage des Herzens.
W. z.	Wanderzellen.
H. b.	Hornblatt.
D.	Dottermasse.
C a.	Conus arteriosus.
Rv.	Randvenen.
m. D.	medianes Dottergefäss.
P. z.	Pigmentzellen.
Spr.	Sprosse.
Da.	Darm.

Fig. 1. Fragment aus dem Rande des Blastoderms eines 36 Stunden alten Beloneembryo. Die Kerne der Randzellen sind spindelförmig und stehen im Begriff sich zu theilen.

Fig. 2. Dasselbe Fragment als Fig. 1, 25 Minuten später. Die Kerne haben sich getheilt; die Kerntheilungsproducte sind wieder sichtbar geworden. Die Zellgrenzen der Randzellen sind weiter mit dem Periblaste verschmolzen.

Fig. 3. Ein ähnlicher Theil eines etwas älteren Embryo (38 Stunden) von Belone. Auch hier sind die Kerne spindelförmig gestreckt, welche sich in

Fig. 4. getheilt haben. (Ebenfalls 20—25 Minuten später.) Auch hier sind die äusseren Zellgrenzen zum Theil verschwunden.

Fig. 5. Polygonale Structur des auf Seite 228 sub 1 beschriebenen pelagischen Eies. a) von oben gesehen; b) von der Seite gesehen.

Fig. 6. Vertikaler Schnitt durch das Seite 228 sub 2 beschriebene pelagische Ei. Die in dem Randwulst gelegenen Kerne sind aus den Randzellen getreten und theilen sich noch einige Male. Die auf dem Boden der Furchungshöhle gelagerten Zellen stammen von den Blastodermzellen.

Fig. 7. Belone-Embryo ($5^1/_2$ Tage alt) von unten gesehen.

Fig. 7a. Dasselbe: Das Herz in optischem Durchschnitt.

Fig. 7b. Dasselbe wie 7a, 4 Stunden später.

Fig. 8. Belone-Embryo ($6^1/_4$ Tage alt). Von oben gesehen. Das Herz schimmert durch. Viele Wanderzellen fangen an aus dem Embryonalsaum zu treten.

Fig. 8a. Das Herz von demselben Embryo von unten gesehen.

Fig. 8b. Das Herz von demselben Embryo in optischem Durchschnitt.

Fig. 9. Belone-Embryo (7 Tage alt) von oben gesehen.

Fig. 9a. Das Herz von unten gesehen.

Fig. 9b. Dasselbe in optischem Durchschnitt.

Fig. 10. Belone-Embryo ($8^1/_2$ Tage alt) von unten gesehen. Die punktirte Linie deutet den Umriss des Herzens in Systole an.

Fig. 10a. Das Herz desselben Embryo von der linken Seite gesehen.

Fig. 11. Belone-Embryo ($9^1/_2$ Tage alt) von oben gesehen.

Fig. 11a Das Herz dieses Embryo von der linken Seite.

Fig. 12. Belone-Embryo (12 Tage alt) von oben gesehen. Auftreten der Dottergefässe.

Fig. 13. Belone-Embryo ($13^1/_2$ Tage alt) von oben gesehen. Die Dottervenen sind geschlossen. Anfang der Sprossenbildung. An den Gefässen im Embryo schliesst sich das in

Fig. 13a. abgebildete Herz mit den Hauptarterien bei a. a. an.

Fig. 13b. Einige der Pigmentzellen, welche auf den Boden des Sinus venosus gelagert sind.

Fig. 13c. Derselbe Embryo, von der linken Seite gesehen. Woher das Gefäss 1 stammte, konnte ich nicht genau ermitteln.

Fig. 14. Belone-Embryo (16 Tage alt) im Ei. Auftreten der Extremitäten (Ex.).

Fig. 15. Die Bildung der Schlinge in dem Schwanz eines 16 Tage alten Belone-Embryo und ihre Beziehung zum medianen Dottergefäss. (Vgl. Fig. 13 c.) S. S. Schlinge.

Fig. 16. Das ganz vor dem Kopfe gelegene Herz eines 20 Tage alten Belone-Embryo. Von oben gesehen.

Fig. 17. Gobius-Embryo. Kurz vor dem Ausschlüpfen. Verhalten des Herzens zum Dotter und Embryo.

Fig. 18. Embryo von Gobius niger. Kurz vor dem Ausschlüpfen. Von der linken Seite gesehen.

Fig. 19. Eben ausgeschlüpftes pelagisches Embryo mit glashellem Dotter ($1^1/_2$ mm), von unten gesehen.

Fig. 20. I. II. III. IV. Schemata, die Beziehung des Herzens von Belone zum Embryo und Dotter, in verschiedenen auf einander folgenden Stadien.

Fig. 21. Schematisirte Darstellung der Bildung der Haupt-Dottergefässe. Optischer Durchschnitt eines frischen Eies; Periblast deswegen nicht schärfer gesondert. a) Es besteht nur eine mit wenigen Zellen besetzte Rinne im Dotter. b) Diese Rinne hat eine eigene Wand bekommen, welche sich vom Hornblatte ablöst.

Fig. 22. Fragment aus dem Rande des Embryonalsaumes des in Fig. 9 abgebildeten Belone-Embryo. W. z. Wanderzellen.

Fig. 23. Querschnitt durch einen ungefähr 16 Tage alten Embryo von Belone acus. i. Z. intermediäre Zellenmasse. m. S. mesoblastische Somiten. M. R. Medullarrohr. Ch. Chorda. U. Urnierengang.

Fig. 24. Skizze nach einem 4 Tage alten Seite 228 sub 2 beschriebenen Embryo. Bildung kleinerer Blutgefässe.

Fig. 25. a. b. c. d. e. f. Auf einander folgende Stadien einer Sprosse der Randvene von einem 14 Tage alten Belone-Embryo.

Fig. 26 Anschliessung der Randvene (R. V.) an die dünne Membran der venösen Herzöffnung (H. R.) an einem 12 Tage alten Belone-Embryo. R. R. Membran, welche die venöse Herzöffnung mit ihrer Umgebung verbindet.

Zur Morphologie wandernder Leukocyten.

Von

Dr. **Joseph Heinrich List** in Graz.

Hierzu Tafel XVIII.

Ich habe schon gelegentlich[1]) erwähnt, welch' eigenthümliche Formen die normaler Weise durch Epithelien wandernden Leukocyten zeigen, und in nachfolgenden Blättern erlaube ich mir einen weiteren Beitrag zur Kenntniss dieser interessanten Formen zu liefern.

Als ich in den vergangenen Sommerferien das Cloakenepithel von Raja miraletus an Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit genauer untersuchte, fand ich auf zahlreichen Epithelzellen oft eigenthümlich gewundene, bizarre Gebilde, die sich bei Untersuchung an tingirten Schnitten als Leukocyten darstellten[2]).

Mein Material war zum Theil in Müller'scher Flüssigkeit,

---

1) Studien an Epithelien. I. Ueber Wanderzellen im Epithel. Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XXV, 1885, pag. 264 f.

2) In meinen „Untersuchungen über das Cloakenepithel der Plagiostomen, I. Th. Das Cloakenepithel der Rochen“, Sitzungsberichte der Wiener Academie, Abth. III, Bd. XCII, 1885, habe ich auf Taf. IV, Fig. 3 u. 4 tingirte Schnitte abgebildet, auf welchen nur die Leukocytenkerne zu sehen sind. In Fig. 6 g derselben Tafel finden sich auf einer Epithelzelle zwei Leukocyten gezeichnet.

zum Theil in $^1/_4$ % Chromsäure gehärtet worden, und muss ich mich auf die Beschreibung der aus diesen Reagentien stammenden Präparate beschränken, da mir frische Objecte zur Zeit nicht zugänglich waren[1]).

Beobachtet man in Müller'scher Flüssigkeit isolirte Epithelzellen (Fig. 1 bis Fig. 13, Fig. 46, 47), so bemerkt man auf denselben häufig eigenthümliche, stark lichtbrechende, homogen oder auch schwach granulirt erscheinende Gebilde (L), welche stets eine Anzahl grösserer und kleinerer Vacuolen besitzen. Die Form derselben ist so überaus mannigfaltig, dass es sehr schwer ist, eine erschöpfende Beschreibung zu geben.

Betrachtet man dieselben im isolirten Zustande, wie sie in jedem Präparate zu finden sind (Fig. 14 bis Fig. 39), so erscheinen sie in der Regel von einem glatten Contour begrenzt, der nur dann etwas rauh erscheint, wenn der Zellkörper deutliche Granulation zeigt. Derselbe ist nun entweder lang gestreckt, fadenartig, dann wieder an einer oder beiden Seiten kolbenförmig angeschwollen (Fig. 15, 16, 25, 30), oder er ist an beiden Enden fadenförmig verdünnt und in der Mitte angeschwollen (Fig. 19). Auch bisquit- und nagelförmige Formen sind häufig anzutreffen (Fig. 24, 32), ebenso wie rundlich oder oval begrenzte Zellkörper.

Beobachtet man isolirte Epithelzellen, so kann man nicht selten beobachten, dass die Zellsubstanz der Leukocyten ringförmig den Kern umgiebt, und dass der Leukocytenkörper wie eine verschmolzene ringförmige Masse auf der Epithelzelle haftet (Fig. 5, Fig. 11). Offenbar ist hier eine Verschmelzung der beiden Enden des Leukocytenkörpers eingetreten, und eine seichte Einbuchtung lässt noch manchmal die Verschmelzungsstellen erkennen (Fig. 11).

Andere Formen winden sich oft s- oder u-förmig um den Nucleus, mannigfache Verdickungen und Verjüngungen hierbei bildend. Der Körper der meisten beschriebenen Leukocytenformen erscheint flach, wie man sich sowohl durch Walzen an Isolationspräparaten als auch an Schnitten überzeugen kann. Nur die fadenförmig gestreckten Leukocyten haben in Dicke und Breite ziemlich gleiche Dimensionen.

An den meisten in Müller'scher Flüssigkeit isolirten For-

---

1) Der grösste Theil dieser Arbeit war bereits in den vergangenen Sommerferien fertig gestellt worden.

men lässt sich nun innerhalb der Zellsubstanz kein Kern nachweisen. Der Leukocyt erscheint überall gleich stark lichtbrechend. Ja selbst nach Tinction mit salpetersaurem Rosanilin gelang es mir nur in den wenigsten Fällen, deutliche Kerne nachzuweisen[1]. Hie und da gelingt es aber doch an isolirten Formen distincte Nuclei zu beobachten (Fig. 14, 22, 25, 31 K_1). Man kann deren nur einen, manchmal aber auch deren zwei beobachten, welch' letztere oft gestreckt sind und den Eindruck machen, als seien sie in Folge der Streckung des Leukocytenkörpers aus einem Nucleus hervorgegangen.

Dass man es nun thatsächlich mit zwischen den Epithelzellen wandernden Leukocyten zu thun hat, lehren tingirte Schnittpräparate aus in Chromsäure gehärteten Objecten. Man kann daselbst Leukocyten finden, deren Zellsubstanz mehr rundlich oder polygonal auch hie und da gezackt erscheint (Fig. 41—43), deren Kerne aber nach Tinction scharf hervortreten, verschiedene Form zeigen und deutlich die Spuren von Chromatinbalken, die bei schwächerer Vergrösserung wie grobe Granula erscheinen, erkennen lassen. Sehr häufig zeigen aber die Kerne jene verschiedenen lang gestreckten oder hantelartigen Formen, wie ich sie l. c. aus dem Epithel der Oberhaut der Barteln und der Oberlippe von Cobitis fossilis beschrieben habe.

Die Zellsubstanz der Leukocyten erscheint sehr schwach tingirt und ist an in Canadabalsam aufgestellten Präparaten nur schwer zu erkennen. Manchmal erscheint dieselbe an Schnittpräparaten wie ein schwanzartiger Anhang des Kernes (Fig. 45). Beobachtet man nun Schnitte genauer, so kann man häufig Ausbuchtungen zwischen den Epithelzellen beobachten (II Fig. 50), welche zweifellos von Leukocyten herrühren und welche auch von Stöhr[2]) und mir[3]) aus anderen Epithelien beschrieben worden. In solchen Ausbuchtungen kann man oft mehrere Leukocyten liegen sehen. Es ist mir wahrscheinlich, dass diese Ausbuchtungen

---

1) Ich versuchte auch durch Zusatz von Essigsäure zu den mit Müller'scher Flüssigkeit isolirten Leukocyten die Kerne derselben leichter sichtbar zu machen, allein ich erzielte keinen nennenswerthen Erfolg damit.

2) Ph. Stöhr, Ueber Mandeln und Balgdrüsen. Virchow's Archiv, Bd. XCVII, 1884.

3) l. c.

zwischen den Epithelzellen nicht allein dem Drucke der wandernden Leukocyten, sondern wohl hauptsächlich der resorbirenden Thätigkeit derselben ihre Entstehung verdanken.

Diese Ausbuchtungen kann man übrigens auch an zahlreichen isolirten Epithelzellen beobachten (Fig. 1, 48, H).

Die Leukocyten haften sehr fest an den Epithelzellen, und es gelingt mit der Präparirnadel nur sehr schwer, sie zur Trennung zu bringen. An den Epithelzellen kann man nach der Trennung noch häufig die Spuren der auf sie gelegenen Leukocyten bemerken. Wie fest die letzteren auf den Epithelzellen haften, kann man an isolirten Leukocyten beobachten, an welchen man noch häufig Theile der Zellsubstanz der Epithelzellen bemerken kann, welche bei der Trennung mitgerissen worden (Fig. 40 Zs_1). Diese Zellsubstanztheile der Epithelzellen erscheinen an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit granulirt und können bei flüchtiger Betrachtung den Zellkörper des Leukocyten vortäuschen, während letzterer selbst, namentlich, wenn er rundliche Form zeigt, als Nucleus desselben erscheinen könnte. Ich war anfangs selbst dieser Täuschung hingegeben, bis es mir gelang, in dem höchst bizarre Form zeigenden Leukocytenkörper Kerne nachzuweisen.

Wie die Form der wandernden Leukocyten ausserordentlich mannigfaltig ist und wohl als eine Folge des Widerstandes von Seite der Epithelzellen angesehen werden muss [1]), so variirt auch die Grösse derselben bedeutend. Ich konnte an Isolationspräparaten langgestreckte Leukocyten zwischen den Epithelzellen liegen sehen, die sich durch ein paar Epithelschichten hindurchzogen und eine Länge von 100 μ erreichten (Fig. 51).

Schon früher habe ich erwähnt, dass man in den Ausbuchtungen zwischen den Epithelzellen oft mehrere Leukocyten finden kann, und dass die ersteren an Isolationspräparaten oft Aushöhlungen zeigen. Insoweit würde dieser Befund auch auf ein Eindringen von Leukocyten in Epithelzellen hindeuten, wie es Stöhr [2]) auch für das Conjunctivalepithel nachgewiesen.

---

1) Dass die Leukocyten bei der Wanderung jene Stellen passiren, welche den geringsten Widerstand entgegensetzen, kann man daraus ersehen, dass man niemals Leukocyten auf den Kernen der Epithelzellen beobachten kann.

2) Ph. Stöhr, Ueber den Bau der Conjunctiva palbebrarum. Sitzungsberichte der phys. med. Gesellschaft. Würzburg 1885.

Da das Cloakenepithel von Raja miraletus in seinen unteren Schichten ausgesprochene Cylinderzellen, in seinen oberen Schichten aber typische Pflasterzellen führt, so kann man das Verhalten der wandernden Leukocyten gegenüber Cylinder- und Pflasterzellen leicht beobachten. Stöhr konnte an Pflasterzellen des Conjunctivalepithels kein Eindringen der Leukocyten beobachten. An isolirten Pflasterzellen gelang es mir aber auch, allerdings nicht so häufig wie bei cylindrischen Zellen, Ausbuchtungen nachzuweisen.

An zahlreichen Epithelzellen kann man kleine, rundlich begrenzte Gebilde beobachten (Fig. 9, 10, 39, 46 b), welche in ihrem Lichtbrechungsvermögen mit den Leukocytenkörpern übereinstimmen. Da ich diese kleinen Gebilde gewöhnlich nur an den Zellen der oberen Schichten des Epithels fand, so erweckte dies mir den Gedanken, ob es sich hierbei nicht um einen Untergang der durch das Epithel wandernden Leukocyten handle, der einfach dadurch zu Stande gekommen, dass der Leukocytenkörper in kleine Theile zerfiel. Es ist übrigens auch möglich, dass die letzteren nur durch das Reagens hervorgerufene Kunstprodukte sind.

Immerhin wird man aber bei Erwägung der Frage über die Bedeutung der normaler Weise durch Epithelien wandernden Leukocyten, wenn dieselben nicht speciell Träger des Pigmentes sind, der Vorstellung Raum gönnen können, ob die Leukocyten nicht schon im Epithel, oder erst nach Durchwanderung desselben, ihrem Untergange entgegen gehen.

Nachdem diese Arbeit bereits niedergeschrieben war, gelangte ich in den Besitz eines Stückchens einer in 0,5 % Osmiumsäure gehärteten und in Alkohol conservirten Cloake von Raja miraletus. Trotzdem die Isolation der Epithelzellen nur sehr unvollkommen gelang, so fand ich doch Leukocyten vor, welche einen deutlichen, granulirt erscheinenden Kern und um denselben eine nur sehr schwache Granulation zeigende Zellsubstanz besassen. In Fig. 21 a, b der beigegebenen Tafel habe ich aus Osmiumsäure stammende, isolirte Leukocyten abgebildet.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XVIII.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf das Cloakenepithel von Raja miraletus.

Fig. 1—13. Epithelzellen mit daran haftenden Leukocyten. K Kerne der Epithelzellen, L Leukocyten. Aus Müller'scher Flüssigkeit. $\frac{600}{1}$.

Fig. 14—39. Isolirte Leukocyten. K_1 Kerne, Zs Zellsubstanz derselben. Fig. 21 a, b aus 0,5 procent. Osmiumsäure; die übrigen aus Müller'scher Flüssigkeit. $\frac{600}{1}$.

Fig. 40. Leukocyt L mit daran haftenden Theilen (Zs_1) der Epithelzellen. Aus Müller'scher Flüssigkeit. $\frac{600}{1}$.

Fig. 41. Leukocyt aus einem Schnitt durch das Epithel. K_1 Kern, Zs Zellsubstanz der Leukocyten. Härtung in $^1/_4$ procent. Chromsäure, Doppeltinction mit Hämatoxylin = Glycerin — Eosin. $\frac{600}{1}$.

Fig. 42—45. Leukocyten aus Schnitten durch das Epithel. Härtung in $^1/_4$ procent. Chromsäure; Fig. 42—44 Doppeltinction mit Hämatoxylin = Glycerin — Eosin, Fig. 45 Tinction mit salpetersaurem Rosanilin. $\frac{600}{1}$.

Fig. 46—47. Epithelzellen mit Leukocyten. Aus Müller'scher Flüssigkeit, Tinction mit salpetersaurem Rosanilin. $\frac{600}{1}$.

Fig. 48. Epithelzelle der untersten Schichte mit einer von Leukocyten herrührenden Aushöhlung H. Aus Müller'scher Flüssigkeit. $\frac{600}{1}$.

Fig. 49—50. Aus Schnitten durch das Epithel. H Aushöhlung zwischen den Epithelzellen, K_1 Kerne der Leukocyten. Härtung in $^1/_4$ procent. Chromsäure, Doppeltinction mit Hämatoxylin = Glycerin — Eosin. $\frac{600}{1}$.

Fig. 51. Epithelzellen der untersten und mittleren Lage mit einem Leukocyten; aus einem Isolationspräparate aus Müller'scher Flüssigkeit. Tinction mit salpetersaurem Rosanilin. $\frac{600}{1}$.

(Aus dem anatomischen Institut der Thierarzneischule zu Bern.)

Untersuchungen an der Hypophyse einiger Säugethiere und des Menschen.

Von

Salomon Lothringer aus Bohrka (Oesterreich).

Hierzu Tafel XIX und XX.

Einleitung.

Die nachfolgenden Untersuchungen über den Bau der Hypophyse wurden der Hauptsache nach an frischen und erhärteten Organen einiger Säugethiere angestellt. Es erschien dies zweckmässig, nachdem es sich gezeigt hatte, dass am Hirnanhange des Menschen, der ja unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht unmittelbar nach dem Tode zur Bearbeitung gelangt, manche Einzelheiten der Structur nicht mit gleicher Klarheit zur Anschauung kommen.

Es ist nöthig den mikroskopischen Untersuchungen einige Worte über die Topographie und die äussere Form der Hypophyse bei den Säugethieren voranzuschicken, weil hier wesentliche Verschiedenheiten gegenüber den bei der menschlichen Hypophyse bestehenden Anordnungen zu berücksichtigen sind.

Betrachten wir den Sagittalschnitt des menschlichen Kopfes, so sehen wir die Hypophyse so in der Sella turcica gelegen, dass sie sich nach vorn und unten hin dem tuber cinereum anschliesst. Die in das tuber cinereum sich fortsetzende Höhlung des Zwischenhirnes ist gleichfalls, soweit sie dem Stiele der Hypophyse angehört, nach vorn und unten gerichtet. Allerdings da wo dieser

Stiel zum Hinterlappen der Hypophyse anschwillt, bildet sich ein rückwärts gewendeter Höcker als Hirntheil der Hypophyse[1]).

Anders verhält es sich bei der Hypophyse des Hundes, des Schweines und des Pferdes, an welchen wir hauptsächlich unsere Untersuchungen angestellt haben. Hier ist das tuber cinereum mit sammt der Hypophyse rückwärts gerichtet[2]). Derjenige Antheil des Organes, welcher dem Vorderlappen der menschlichen Hypophyse homolog zu setzen wäre, liegt nicht vor, sondern unter dem Hirnantheile, d. h. auch unter dem Hirnlappen. Die Bezeichnungen Vorder- und Hinterlappen können daher nach topographischen Gesichtspunkten überhaupt nicht auf den Hirnanhang vieler Säugethiere angewendet werden. Man könnte eher von einem Ober- und Unterlappen sprechen, aber auch das würde nur für einen Theil der untersuchten Thiere passen. Bei Thieren, welche den Kopf mit abwärts gerichteter Maulöffnung tragen, wie das Pferd und das Rind, wird derjenige Theil des Hirnanhanges, welcher dem Vorderlappen des Menschen entspricht, streng genommen zum Hinterlappen. Es ist als wenn bei verschiedenen Thierarten eine Drehung der Hypophyse stattfände, durch welche der Epithelialantheil derselben bald vor-, bald ab-, bald rückwärts gerichtet erscheinen kann. Wir sind demnach gezwungen, bei der künftigen Beschreibung den bei der menschlichen Hypophyse üblichen Ausdrücken andere, welche eine einheitliche Anwendung gestatten, zu substituiren. Wir werden von einem Epithelial- und einem Hirntheil der Hypophyse sprechen. Es ist anzunehmen, wenngleich wir eigene entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen nicht angestellt haben, dass diese Bezeichnungen den genetisch verschiedenen, im Aufbau der Hypophyse enthaltenden Elementen entsprechen.

Die Form der Hypophyse ist bei verschiedenen Thieren eine ungleiche. Bald erscheint sie lang gestreckt, konisch (Schwein, Kaninchen), bald linsenförmig abgeplattet (Pferd, Rind). Die Mitte zwischen beiden obigen Formen hält die Hypophyse des Affen, sowie die der Katze und des Hundes, von welchen die

---

1) Vgl. u. a. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie (C. E. E. Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl., 2. Bd., 2. Abthl. S. 476, Fig. 294).

2) Dasselbe gilt von der Hypophyse anderer der von uns untersuchten Säugethiere: Löwe, Bär, Fuchs, Katze, Rind.

erstere mehr der langgestreckten, die letztere mehr der abgeplatteten Form sich nähert. Eine Sonderstellung nimmt die querovale Form der menschlichen Hypophyse ein. Das uns vorliegende Material gestattet uns nicht zu entscheiden, ob sich generelle Typen für die verschiedenen Gruppen der Säugethiere aufstellen lassen. Die Grösse der Hypophyse hängt in keiner Weise von jener des Gehirnes ab. Die Hypophyse des Rindes ist von den uns bekannt gewordenen die grösste, ihr folgt das Pferd. Bei beiden ist das Organ weit grösser als bei dem Menschen. Unter den Fleischfressern fanden wir die Hypophyse am grössten beim Löwen, ihr folgte die eines dreimonatlichen Bären, dann die des Hundes, des Fuchses, endlich die der Katze. Im Verhältniss etwas grösser als bei Hund und Katze erschien die Hypophyse des Kaninchens. Im Allgemeinen glauben wir sagen zu können, dass eine directe Beziehung der Hypophyse zur Körpergrösse, nicht zum Gehirnvolumen, besteht. Da die Masse des Organes wesentlich von der Ausbildung des entwicklungsgeschichtlich ein directes Derivat epithelialer Gebilde darstellenden Epitheltheiles abhängt, so hat dieser Befund nichts Auffälliges.

Sehr charakteristisch und für die Beurtheilung unserer Befunde nicht ohne Bedeutung ist die Farbe der Hypophyse. Schon Luschka[1]) macht darauf aufmerksam, dass die Färbung der Hypophyse an verschiedenen Stellen eine ungleiche sei, indem gewisse Stellen ein dunkleres Roth aufweisen. Er schreibt diese Verschiedenheit der Färbung einem ungleichen Blutgehalt verschiedener Stellen zu[1]). Die genauere Untersuchung zeigt indessen, dass diese Ungleichheit der Färbung höchst wahrscheinlich der Existenz eines Farbstoffes zuzuschreiben ist. Es verschwindet die betreffende Pigmentirung auch dann nicht, wenn durch längeres Einlegen in Wasser die gesammte Umgebung des Organes blutleer gemacht worden ist. Spuren der Pigmentirung sind selbst nach Monate langem Liegen des vorher in Wasser extrahirten Organes vom Pferde in Weingeist oder Glycerin deutlich sichtbar, während die mit Pia bedeckte Gehirnoberfläche selbst vollständig gebleicht ist. Die unten folgenden speciellen Beschreibungen der Hypophyse des Pferdes, des Schweines und des Menschen geben einige Einzel-

1) H. Luschka, Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Berlin. Reimer. 1860. S. 39.

heiten über die Vertheilung der pigmentirten Stellen bei diesen Arten.

Hirn- und Epitheltheil der Hypophyse zeigen schon bei oberflächlicher Betrachtung eine mehr oder weniger deutliche Abgrenzung von einander. Zuweilen gelingt es ohne weiters beim Schweine mit der Pincette beide Theile auseinander zu reissen, wobei allerdings, wie die genaue Untersuchung zeigt, eine dünne Schicht des Epitheltheiles, welche durch eine spaltförmige Höhle von dessen Hauptmasse getrennt ist, am Hirntheile haften bleibt. Es erfolgt diese Trennung auch ohne Gewaltanwendung nur allzu leicht bei der Erhärtung, so dass es unter Umständen nicht immer leicht ist vollständige, den Zusammenhang beider Theile illustrirende Schnitte zu gewinnen. Das Verhalten beider Theile zu einander ist nicht überall das gleiche. Beim Schwein beispielsweise zeigt der Epitheltheil eine Form, die sich am ehesten mit jener der menschlichen Schilddrüse oder der Prostata vergleichen lässt. Der Hirntheil ist in die von den verbreiterten Seitenlappen gebildete Rinne des Epithelialtheils eingelagert. Aehnlich verhält es sich beim Pferd und beim Rinde, doch ist hier die Hufeisenform des Epithelialtheiles in die einer flachen Scheibe, welche von oben her rinnenförmig vertieft ist, zur Aufnahme des Hirntheiles verwandelt. Beim Hunde bildet der Epithelialtheil gewissermassen einen Becher, in welchen der Hirntheil von vornher eingestülpt ist. Da auch hier zwei durch eine spaltförmige Höhle getrennte Schichten des Epithelialtheiles bestehen, so erhält man bei geeigneter Schnittrichtung Bilder, die sich recht wohl mit der durch Linse beziehungsweise Glaskörper eingestülpten secundären Augenblase vergleichen lassen.

Schliesslich seien noch zwei Punkte zu erwähnen. Die Herausnahme der Hypophyse am frischen Kopfe gelingt nicht immer leicht auch bei den Thieren, welche nicht wie der Mensch ein von nur einer kleinen Oeffnung durchbohrtes Operculum besitzen. Zum Theil hängt dies von der Befestigung der Hypophyse am Schädelgrunde durch die von hier aus in sie eindringenden Blutgefässe ab. Am Vortheilhaftesten hat es sich uns erwiesen, wo dies die Verhältnisse gestatteten das Gehirn mitsammt der Dura mater vom Schädelgrunde zu lösen. Wo dies nicht angeht, verfährt man sehr zweckmässig so, dass man bei der am passendsten von hinten erfolgenden Ausschälung des Gehirnes aus der Schädelhöhle,

wenn man zur Sella turcica gelangt ist, diese mit einem Meiselschlage abträgt, wonach die intacte Lösung des Hirnanhanges leicht gelingt. Will man allerdings nur auf die histologischen Untersuchungen Rücksicht nehmen, so ist es vortheilhaft, das Gehirn ohne Rücksicht auf die Hypophyse mit Durchschneiden des Stieles zu entfernen.

Einige Beobachtungen haben uns ferner eine noch der Bestätigung bedürfende Vermuthung nahe gelegt, dass nämlich die vorausgegangene Eröffnung der Schädelhöhle beim lebenden Thier auf die Beschaffenheit der Hypophyse von Einfluss sein könne. Wiederholt ist uns aufgefallen, dass bei vom physiologischen Institut der Hochschule uns überlassenen Thieren, an welchen die Trepanation zum Zwecke von Gehirnexperimenten vorangegangen war, die Hypophyse auffällig gross erschien, vielleicht in Folge vermehrter Blutfülle, nachdem die Druckverhältnisse in der Umgebung durch die Eröffnung der Schädelhöhle verändert worden waren.

Untersuchungsmaterial und Methoden.

Das Material zu unseren Untersuchungen wurde möglichst frisch aus der Schädelhöhle der verfügbaren Thiere entnommen. Vom Menschen standen uns zu Gebote einige frische Hypophysen Erwachsener, die wir durch die Freundlichkeit von Herrn Professor Langhans ca. 7 Stunden nach dem Tode erhalten konnten, ferner die eines Kindes, welche durch freundliche Erlaubniss von Herrn Dr. Lorey in Frankfurt am Main 5 Stunden nach dem Tode zur Conservirung gelangte. Von Hunden, Katzen und Kaninchen stand uns ziemlich reichliches Material zu Gebote. Von grossen Säugethieren untersuchten wir die Hypophyse des Pferdes und des Rindes. Am besten zugängliches Material bot uns die Hypophyse des Schweines, nächstdem wurde die des Hundes, der Katze und des Kaninchens, endlich in je einem Exemplare die des Fuchses und die eines Affen (Hapalemur) benutzt. Die Methoden der Untersuchungen waren die gewöhnlichen. Die Präparate wurden zumeist in Müller'scher Flüssigkeit, ausserdem einzelne in Kleinenberg'scher Lösung, in Alcohol, Salpetersäure und Osmiumessigsäure erhärtet. Frische Präparate vom Schwein wurden mit dem Gefriermikrotom geschnitten.

Schwierigkeiten bot die Härtung zur Anfertigung zu Serienschnitten. Die Consistenz der Hypophyse ist bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Die des Pferdes und des Schweines ist eine gleichmässigere und festere als die der an weiten Blutgefässen ungeheuer reichen Hypophyse der Carnivoren.

Unsere Versuche die Hypophyse des Schweines — von der des Pferdes haben wir der Grösse wegen abgesehen — auf dem Wege der Paraffindurchtränkung zu präpariren, sind gescheitert. Das Organ wurde trotz vorsichtigster Anwendung des Chloroformverfahrens mit durchaus an anderen Objecten bewährten Materialien glasartig spröde. Dünne Schnitte zerbrachen regelmässig, bei Versuchen mit dickeren Schnitten (0,03 mm) wurde der schwere Schlitten der grössten Form des Thomas'schen Mikrotoms aus der Bahn gehoben. Aehnlich erging es uns mit der Hypophyse grösserer Hunde. Auch ein Versuch mit der Anwendung des Cedernöles (Bolles-Lee) missglückte. Es scheint als wenn in der Structur der Zellen der Hypophyse die Ursache dieser abnormen Härte gelegen sei. Nach privaten Mittheilungen an Herrn Professor Flesch hat man auch anderwärts ähnliche Erfahrungen gemacht. Wir mussten uns daher auf Celloidineinbettung der grösseren Hypophysen beschränken, was die höchst mühsame Anfertigung von Schnittserien an Celloidinpräparaten des Schweines nöthig machte. Nur von der Katze, vom Kaninchen und von kleineren Hunden erhielten wir vollständige Schnittreihen aus mit Paraffin durchtränkten Organen. Die gewonnenen Schnitte wurden auf verschiedenem Wege gefärbt. Ausser den gewöhnlichen Tinctionen (Boraxcarmin, Pikrocarmin, Hämatoxylin nach Heidenhain zu Färbungen in toto, Hämatoxylin-Eosin, neutrales Carmin an Schnitten), waren es besonders die von Weigert[1]) für das Centralnervensystem empfohlene Hämatoxylinfärbung in der von Flesch[2]) vorgeschlagenen Modification, ferner die von Merkel[3]) angegebene Doppeltinction mit Carmin und Indigo, welche uns

1) C. Weigert, Ausführliche Beschreibung der neuen Färbungsmethode für das Central-Nervensystem. Fortschritte der Medicin. 1884. Nr. 6.

2) M. Flesch, Zur Weigert'schen Hämatoxylin-Färbung des centralen Nerven-Systemes. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. I. S. 464.

3) F. Merkel, Technische Notiz. Untersuchungen aus der anatomischen Anstalt in Rostock. 1884. S. 98—99.

gute Resultate lieferten. Zum raschen Nachweise der Existenz eigenthümlicher chromophiler Zellen erwies sich die erste, zur Gewinnung eleganter Bilder die zweite Methode am vortheilhaftesten.

Hypophyse des Hundes.

Zum Erlangen des Uebersichtsbildes über den Bau der Hypophyse des Hundes benutzt man am besten Schnitte, die annähernd in frontaler Richtung geführt sind. Dieselben treffen im günstigsten Fall die ganze Länge des Hirntheiles, kelchartig umschlossen vom Epithelialtheil. Der Gehirntheil, etwa in einer Höhe von 2 mm über der Hypophyse abgetragen, verjüngt sich im Schnittbilde und schwillt innerhalb der Hypophyse wiederum mächtig an, so dass das ganze Durchschnittsbild sanduhrförmig erscheint (vgl. Tafel XX, Fig. 7).

Der Epithelialtheil umfasst die untere Anschwellung, wie erwähnt, kelchartig, am mikroskopischen Durchschnitt in der Nähe des dem Hirntheile zugekehrten Randes des Kelches ca. 1,5—2 mm dick, am Boden auf etwas weniger als 1 mm verjüngt. An Präparaten, welche mittelst der Weigert'schen Hämatoxylintinction behandelt worden sind, erscheint der Epithelialtheil dunkler als der Hirntheil. Ein spaltförmiger Zwischenraum scheint beide Abschnitte zu scheiden. Genauere Betrachtung zeigt indessen, dass der Spalt nicht die Grenze zwischen Epithelial- und Hirn-Theil markirt, dass vielmehr ein ganz dünner nur aus wenigen Zellschichten gebildeter Epithelialsaum ventral dem Hirntheile anliegt. Da wo der Stiel sich zum tuber cinereum erweitert, also vor und über dem eingeschnürten Theile der Sanduhr, hängt dieser Epithelialsaum mit dem Körper des Hypophysenbechers zusammen, so dass hier die trennende Höhle abgeschlossen erscheint. Diese Umschlagstelle bildet übrigens nicht die eigentliche Grenze des Epithelialtheils, vielmehr setzt sich eine dünne Schicht desselben noch mehr weniger weit auf den Stiel der Hypophyse fort.

Messungen an einem solchen Schnitt ergeben an dem einem ziemlich grossen Hund entnommenen Organ folgende Werthe, deren Genauigkeit wegen des Schrumpfens des Präparates beim Erhärten nur eine relative ist. Bei einer Höhe des Schnittes von etwa 5 mm, wovon etwa 1,5 mm auf den Stiel kommen, betrug dessen grösste Breite 5,55 mm, die vom Epithelialtheil umschlossene An-

schwellung des Hirntheiles 3,2 mm, die schmalste Stelle des Hirntheiles 1,1 mm. Der Epithelialtheil maass entsprechend der grössten Breite jederseits 0,08 mm, verdickte sich jedoch bis auf 1,1 mm. Der auf dem Hirntheile haftende Epithelsaum ist 0,1 mm dick. Selbstverständlich gestaltet sich das beschriebene Bild verschieden je nach der Schnittrichtung. Schnitte, senkrecht zur Richtung der vorigen geführt, zeigen den Hirntheil hufeisenförmig oder ringförmig vom Epithelialtheil umgeben, je nach der Höhe und Lage der Schnittrichtung. — Wo wir das beschriebene Bild der Einsenkung des Hirntheiles in den doppelschichtigen Epithelialtheil sehen, lässt sich die Anordnung des letzteren mit jener der secundären Augenblase vergleichen, nur mit dem Unterschiede, dass die Concavität des Bechers am Hirnanhang von dem dünneren Blatte gebildet ist. Der beide Blätter abgrenzende Spalt erscheint an den Schnitten von beiden Seiten her scharf umschrieben. Da wo beide Schichten in einander übergehen, dringen verästelte Fortsetzungen des Spaltes mehr weniger weit in die Substanz vor.

Die Weite des Spaltes ist an verschiedenen Präparaten eine ungleiche. Es ist schwer zu entscheiden, in wie weit dies auf Rechnung der Präparation oder auf Rechnung physiologischer Differenzen zu setzen ist. Gerade beim Hunde haben wir wiederholt schon bei der Herausnahme des Gehirns die leichte Ablösung des mit dem Epithelsaum bedeckten Hirntheiles vom Epithelialtheil an einzelnen Präparaten erfahren müssen.

An Präparaten, welche nach Weigert's Methode mit Hämatoxylin gefärbt sind, fällt eine dunkle Beschaffenheit des gesammten Epithelialtheils in's Auge. Das Mikroskop zeigt ein Maschenwerk weiter Gefässe, dessen Lücken von epithelialen Elementen ausgefüllt sind. Die Gefässwände sind sehr dünn; selbst an Gefässen von 0,1 mm und darüber Durchmesser sind nur Spuren anderweitiger Wandelemente ausser den Endothelien der Intima vorhanden. Der von den Blutgefässen eingenommene Raum ist ein so grosser, dass man das Gesammtbild beschreiben kann als das eines cavernösen Gewebes, dessen Substanzmaschen von zu Ketten und Schläuchen angeordneten Zellen gebildet werden. Die schönsten Bilder gibt die Merkel'sche Tinction, bei welcher zwischen den grasgrünen Gefässstrassen tief dunkelblaue und rothe Zellinseln erscheinen. Die dunkle Färbung rührt von der Existenz chromophiler Zellen her. Letztere fehlen im Epithelsaum, sowie im Umschlagtheil.

Die Zellen in den Zwischenräumen des Gefässmaschenwerkes sind zumeist in Ketten angeordnet, welche 2—3 Zellkörper in der Querrichtung gleichzeitig erkennen lassen. Eine schlauchartige Gruppirung der Zellen um ein offenes Lumen ist da, wo die Zellketten in ihrer Längsrichtung getroffen sind, nur ganz ausnahmsweise zu sehen. Eher sieht man da, wo querdurchschnittene Zellketten vorliegen, von den Zellen begrenzt einen ganz engen, dem Durchmesser einer Zelle kaum je gleichkommenden Hohlraum. Deutliche Schläuche erkennt man allerdings im Umschlagtheil. Das Lumen des Schlauches erscheint hier als directe Fortsetzung bezw. Abzweigung der spaltförmigen Hypophysenhöhle. An feinen Schnitten tritt dagegen sehr deutlich eine Beziehung der Zellen zu den Gefässen hervor. Sie sind denselben wie ein Epithelbelag angelagert und zwar ist es zumeist die grössere von den beiden Zellformen, welche der Endothelwand der Gefässe unmittelbar angelagert erscheint. Als Umschlagzone der Hypophysensubstanz bezeichnen wir jenen Theil derselben, welcher, dem dünnen Theil des Hypophysenstieles anliegend, beide Blätter der Hypophysensubstanz verbindet. Dieser Umschlagtheil ist ausserordentlich schwer gegen die Gehirnsubstanz abzugrenzen. Eine schmale Fortsetzung desselben breitet sich an der Unterfläche des Tuber cinereum aus, bis wohin vermochten wir, da wir stets an vom Gehirn getrennten Organen untersuchten, nicht mit Sicherheit festzustellen. Der nach hinten oben gekehrte Theil des Hypophysenstieles wird von einer dünnen Lage, den Pialgefässen folgender epithelialer Schläuche, welche dem Umschlagtheil angehören, im Ringe umfasst. Unter dem Mikroskope bietet die Umschlagzone ein höchst complicirtes Bild. Die Hypophysenhöhle entsendet jederseits eine grössere Abzweigung, die lateralwärts gerichtet ist und sich geweihartig verästelt (vgl. Fig. 7, Taf. XX). In gleicher Weise ist die vordere Grenze der Hypophysenhöhle in dem Gewebe, welches zunächst den Stiel umschliesst, verästelt. Zwischen das Lückensystem der Gefässverästelung ist sonach ein zweites Lückensystem eingeschaltet, welches von der Hypophysenhöhle gebildet ist. Das complicirte Maschwerk der epithelialen Elemente ist sonach in dieser Region zum Theil Epithelauskleidung der Verästelungen der Hypophysenhöhle. Die lockere Beschaffenheit dieser Gegend, welche aus der geschilderten Anordnung resultirt, erklärt das leichte Abreissen des Epithelialtheiles vom Hirntheil. Da ferner letzterer selbst nur

von einer sehr dünnen Schicht grauer Substanz umgrenzt wird, so kann leicht eine Communication zwischen der Infundibular- und der Hypophysen-Höhle vorgetäuscht werden. Wir glauben uns an unseren Schnittserien in sagittaler und frontaler Richtung überzeugt zu haben, dass eine solche Communication an denselben nicht bestanden hat. Wo durch Einrisse, die an Trockenpräparaten, namentlich wegen der Nothwendigkeit an sehr dünnen Schnitten zu untersuchen, ein Riss entstanden war, erwies der Mangel einer epithelialen Begrenzung die Artefactnatur. Die Ausläufer der Hypophysenhöhle verästeln sich, wie erwähnt, in mit Epithei ausgekleidete Schläuche, welche bis nahe zur freien Fläche des Organes vordringen. Die das Lumen des Schlauches begrenzenden Epithelien sind gebildet aus ein wenig langgestreckten, oft cylindrischen Zellen, deren freie Fläche scharfkantig abgestutzt erscheint. Flimmerhaare konnten wir nicht finden, dagegen schien es zuweilen als ob der schmale Grenzsaum gestrichelt wäre, ähnlich wie an den Darmepithelien. Zwischen diesen Zellen finden sich vereinzelte Randzellen, die zuweilen die freie Fläche erreichen oder sich über dieselbe vorwölben. Sie gewähren den Eindruck, als ob es sich um den Durchtritt von Wanderzellen handelte. In Uebereinstimmung damit steht, dass man in dem Lumen der Schläuche undeutlich contourirte Rundzellen antrifft, ohne dass die Beschaffenheit des Präparates dafür spricht, dass es sich etwa um durch die Präparation verschleppte Zellen handle. Beweisend in dieser Hinsicht waren Präparate (vgl. Taf. XX, Fig. 12), an denen eine geronnene körnige Masse den Inhalt der Spalten bildet, welche die anderwärts freiliegenden Zellen eingelagert enthält; doch erwiesen sich in dieser Hinsicht die verschiedenen Präparate nicht gleich. Zuweilen fand sich auch Blut in den Spalten. Dies muss uns noch die Frage nahelegen, ob nicht gelegentlich Extravasate in die Hohlräume stattfinden, welche vorübergehend deren Inhalt gerinnungsfähig gestalten.

Auffällig ist noch am Epithel der Schläuche ein Bild, welches nur an besonders günstigen Stellen klar zur Anschauung kommt. Es zeigen sich nämlich unmittelbar unter den cylindrischen, die Schläuche begrenzenden Zellen zuweilen zwischen sich eindrängend, grössere, bei Carmintinction ungefärbte Zellen, welche durch ihr homogenes Aussehen inmitten der granulirten Epithelien an Becherzellen erinnern.

Einen gelegentlichen Befund in dem Inhalte der Schläuche bilden neben den körnigen Materien und erwähnten Zellen schmale Streifen einer stark lichtbrechenden Substanz, welche durch Indigo intensiv gefärbt wird. Sie erscheinen als eckige Stäbchen, manchmal halbmondförmig gebogen, an Carminpräparaten farblos, im polarisirten Lichte ohne Doppelbrechung. Die optischen Eigenschaften und die Farbenreaction geben ihnen eine unverkennbare Beziehung zu geschichteten, runden oder mit buckligen Auftreibungen versehenen Massen, deren vereinzeltes Vorkommen im Gewebe der Hypophyse bekannt ist, wo sie als Colloidmassen bezeichnet werden. An einigen Präparaten gestaltete sich das Auftreten der letzteren eigenthümlich in der Weise, dass ein Kern des granulirten Inhaltsmateriales von einem Saume geschichteter colloider Substanz, dann einer zweiten Lage der granulirten Masse und neuer colloider Substanz umgeben war (Taf. XX, Fig. 12).

Wir kommen zur Betrachtung des Epithelsaumes. Der Hauptsache nach besteht derselbe aus einer mehrerer Zellreihen hohen Epithelschicht, welche dem Hirntheile unmittelbar anliegt. Nur in der Nähe des Umschlagrandes erreicht dieselbe eine grössere Mächtigkeit. Je nach der Schnittrichtung werden wir sie in ihrem ganzen Umfange von der Hypophysenhöhle umfasst oder gekrösartig sammt dem von ihr umfassten Hirntheil an dem dünnsten Theile der Umschlagzone aufgelagert sehen. Da wo die Epithelien eine etwas grössere Mächtigkeit haben, umschliessen sie zahlreiche kleine Cystenräume, deren Durchmesser[1]) wir von 20 bis auf 60 μ bestimmt haben. Diese Räume sind nicht kugelig, zeigen vielmehr Ausbuchtungen. An aufeinander folgenden Schnitten sieht man zuweilen scheinbar selbständige Cystenquerschnitte zusammenfliessen, kann sich aber überzeugen, dass es sich gleichwohl um abgeschlossene Räume handelt. Der Inhalt der Cysten erscheint an manchen Präparaten als ein feinkörniges, Zellrudimente enthaltendes Material. In einzelnen Cysten ist der Inhalt anscheinend dichter und nimmt derselbe intensivere Färbungen an, durch welche er den colloiden Massen sich nähert. Einen Zusammenhang der Cysten mit Schläuchen oder Spalträumen anderer Art haben wir jedoch nicht ermitteln können.

1) Messungen an 10 Cysten ergaben:

Länge	70,	50,	50,	30,	22,	15,	17,	35,	32,	63.
Breite	45,	30,	30,	22,	20,	15,	12,	22,	22,	50.

Ueber das Gewebe des Hirntheiles haben wir speciellere Untersuchungen nicht angestellt. Nach der Beschaffenheit desselben an den Präparaten war die angewendete Behandlungsmethode für ein Studium der complicirten, hier vorliegenden Verhältnisse nicht sonderlich günstig. Der Hauptsache nach besteht dies Gewebe aus sich spitzwinklig durchflechtenden Faserzügen. Diese Stellen, von schmalen bindegewebigen Septen, die von der Oberfläche aus eindringen, durchzogen, bilden eine Grundlage, in deren Zwischenräumen lockere Gewebsmassen enthalten sind. Die zuerst genannten Faserzüge bieten da, wo sie in grösserer Masse auftreten, wie Schwalbe[1]) und W. Müller anführen, ein Bild, das sich füglich mit dem Spindelzellensarkom vergleichen lässt. Lang gestreckte Kerne erinnern an glatte Muskelfasern, doch sind auch zahlreiche Rundzellen und polygonale oder sternförmige Zellen in die Faserzüge eingelagert. Die lockeren, in den Zwischenräumen enthaltenden Gewebetheilen bestehen aus sternförmig verästelten, durch Ausläufer untereinander verbundenen Zelien, deren Anordnung auf's Evidenteste dem Gliagewebe an Nervenzellen armer Hirntheile entspricht. Die Abgrenzung beider Formelemente — des aus Faserzügen und Glianestern gemischten Gewebes — ist keine scharfe. Je nach dem Härtungszustande u. s. f. wird das Bild ein verschiedenes. An den der Weigert'schen Hämatoxylinbehandlung unterzogenen Präparaten erscheinen die Glianester als granulirte Ausfüllungsmasse der Zwischenräume zwischen den Faserbalken. Nur an sehr feinen Schnitten lassen sich überhaupt, besonders gut bei Boraxcarmintinction, die Kerne der Gliazellen leicht erkennen. Der Uebergang des Tuber cinereum in den Trichterlappen der Hypophyse findet sich in der Höhe des Umschlagtheiles. Die graue Substanz des Tuber cinereum schiebt sich hier als sich abwärts verjüngender Saum zellenarmen Hirnrindengewebes zwischen den Epitheltheil der Hypophyse und das eigenartige Gewebe des Trichterlappens ein. Feinste senkrecht zur Oberfläche gestellte Fasern bilden die Grundlage dieses Gewebes. In das mit dem letzteren zusammenhängende Gliagerüste sind lang gestreckte pyramidenförmige Ganglienzellen spärlich eingelagert. Ein dünner Piaüberzug zieht sich entlang dieser Lage oberflächlicher grauer Substanz

---

1) G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie (II. Bd. v. Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl. S. 477).

in die Tiefe, etwa eben so weit nach abwärts als diese selbst. Das von ihr bedeckte, an Rundzellen reiche Gewebe des Tuber cinereum geht allmählich in die Faserung des Trichterlappens auf, indem die wesentlich der Längsrichtung des Trichterlappens folgenden Faserzüge an Menge zu-, die nervösen Elemente abnehmen. Die Gefässe des Infundibularlappens bilden ein Netz mit grossen Zwischenräumen, dessen Stämme wesentlich central, dessen Verzweigungen peripher gelegen sind. Die Randschlingen dieser Gefässe reichen bis unmittelbar unter den Epithelsaum, indem sie hier unmittelbar aneinanderschliessende Bogen bilden, welche ohne jedes Zwischengewebe an die Zellen des Epithelsaums grenzen. Weder bei künstlicher noch bei natürlicher Infection konnten wir ein Eindringen von Gefässschlingen zwischen die Epithelien wahrnehmen. Da die Gefässe im Epithelialtheil der Hypophyse des Hundes nur bis zum Epithelsaum reichen, so bildet letzterer einen gefässlosen Epithelüberzug des Hirntheiles. Die erwähnten Gefässschlingen dürften sonach die alleinige Nahrungsquelle für den Epithelsaum bilden.

Da die vorstehenden Befunde an der Hypophyse des Hundes als Ausgangspunkt für die weitere Beschreibung dienen wird, so mag es gestattet sein, hier kurz zusammenzufassen, was für die weitere Beschreibung Verwerthung finden soll. — Uebereinstimmend mit Peremeschko[1]) haben wir gefunden, dass die Hypophyse aus einem Hirntheile (Infundibularlappen, Trichterlappen) und einem Epithelialtheile besteht, deren jeder eine besondere Höhe enthält. Wir unterscheiden eine Infundibular- und eine Hypophysenhöhle. Erstere ist die directe Fortsetzung der 3. Hirnhöhle, letztere ist eine wahrscheinlich auf die im embryonalen Leben bestehende Ausstülpung der Mundbucht zurückzuführende selbständige Spalte. — Die Unterscheidung eines Körpers (Peremeschko's Korkschicht), Umschlagtheiles und Epithelsaumes (Peremeschko's Markschicht) werden wir auch da behalten, wo die dem Epithelsaum des Hundes entsprechenden Theile der Hypophysensubstanz complicirtere Gestaltungen angenommen haben. In den Schläuchen der Hypophysensubstanz erkennen wir wenigstens im Umschlagtheile sicher Ab-

---

1) Peremeschko, Ueber den Bau des Hirnanhanges. Virchow's Archiv. XXXVIII. Bd. S. 329.

zweigungen der Hypophysenhöhle. In wie weit diese nach ihrer paarig symmetrischen Anordnung eine Stütze für die von Dohrn[1]) versuchte Ableitung der Hypophyse von Kiemenspalten abgeben könnten, müssen wir hier dahingestellt sein lassen.

Hypophyse der Katze.

Die Verhältnisse der Hypophyse der Katze entsprechen im Allgemeinen den beim Hunde gefundenen, d. h. auch hier ist der Hirntheil der Hypophyse in den Epithelialtheil eingestülpt, welcher aus zwei Schichten, dem Epithelsaum und Hypophysenkörper, besteht. Relativ stärker ausgebildet als beim Hunde ist der Epithelsaum; dagegen ist der Umschlagtheil weit weniger entwickelt. Auf einer nicht unerheblichen Strecke bildet er sogar nur ein äusserst dünnes Zellenstratum, welches noch leichter als beim Hunde einreisst (Taf. XX, Fig. 9). Die Folge ist, dass man noch häufiger als dort den Körper vom Hirntheil abgetrennt findet.

Die Verzweigungen der Hypophysenspalte, welche beim Hunde in den Umschlagtheil vorspringen, sind bei der Katze auf eine nur an wenigen Schnitten einer Serie sichtbare Andeutung einer gabeligen Theilung reducirt. Relativ stärker ausgebildet als beim Hunde ist der Epithelkörper insofern, als er den Hirntheil an (frontalen) Querschnitten auf eine grössere Strecke als dort vollständig umfasst.

Etwa $^5/_6$ eines Kreises, eher noch mehr, umschliesst an jenen Querschnitten die Hypophysenspalte, in dem von derselben freien dorsal gelegenen Gebiet ist eine mediane Scheidung nicht überall zu constatiren. Verhältnissmässig stark entwickelt ist auch die Fortsetzung des Umschlagtheiles auf das Tuber cinereum. Die Grenze des von derselben gedeckten Gebietes vermögen wir nicht festzustellen, da selbst an eigens mit Rücksicht auf unseren Zweck abgetragenen Präparaten wir noch immer unterhalb jener Grenze geblieben waren.

Die mikroskopische Untersuchung anbelangend haben wir zunächst zu constatiren, dass auch hier der Epithelialtheil an mit Weigert'scher Hämatoxylinlösung behandelten Präparaten durch dunkle, fast schwarze Färbung sich auszeichnet. Wie beim Hunde

1) A. Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Mitthl. d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. Heft 1 u. 2, S. 252.

ist dies auf die Anwesenheit chromophiler Zellen zurückzuführen. Dieselben finden sich am reichlichsten in den Seitenlappen des Epithelialtheiles, oft dermaassen zusammengedrängt, dass sie allein dessen Masse zu bilden scheinen. Untersuchung bei starker Vergrösserung zeigt in der That ganze Schläuche, beziehungsweise Ketten ausschliesslich dieser Form angehörig.

Die Vascularisation ist auch hier eine sehr reichliche, nur ist die Gefässentwickelung nicht so mächtig wie beim Hunde. Es wäre allerdings möglich, dass hier individuelle Verschiedenheiten obwalten.

Eigenartig gestaltet sich die Abgrenzung des Körpers von der Hypophysenhöhle. Eine Cylinderepithelschicht bildet die Begrenzung der Höhle. Flimmerhaare sind an unseren Präparaten auch hier nicht nachzuweisen, wohl aber erkennt man einen homogenen Grenzsaum der Zellen. Zwischen die Schläuche des Epithelkörpers und die den Hypophysenspalt begrenzende einfache oder doppelte Zellschicht finden wir an den Querschnitten spindelförmige Zellen in dünner Schicht eingelagert, über deren Bedeutung wir nicht in's Klare zu kommen vermochten.

Der Epithelsaum ist, wie schon erwähnt, verhältnissmässig breit. Die beim Hunde beschriebenen Cystenräume haben wir nur ausnahmsweise gesehen. In dem der Hirnbasis nächsten Theile finden sich Blutgefässe. Einen Zusammenhang mit jenen des Hirntheiles haben wir nicht zu constatiren vermocht. Dagegen sieht man von der den Hirntheil abgrenzenden Schicht fibrösen Gewebes septenartige Fortsätze zwischen das Epithel vordringen.

Der Hirntheil zeigt im Allgemeinen dieselben Structurverhältnisse, wie wir sie bei dem Hunde constatirt haben.

Hypophyse des Pferdes.

Die Präparate von der Hypophyse des Pferdes, die wir untersucht haben, entstammen meist älteren Thieren. Die makroskopisch-anatomische Beschreibung ist nach ganz frischen Präparaten aufgenommen.

Die Hypophyse des Pferdes hat die Form einer Kastanie, welche die Spitze nach hinten kehrt. Die grösste Breite misst 25, die grösste Länge 21, die grösste Dicke ca. 8 mm. Die untere Fläche hängt fest mit der Dura zusammen. Am Rande wird dieser

Zusammenhang so fest, dass an frischen Präparaten eine Lösung der Dura ohne Substanzverlust fast unmöglich ist. Die obere Fläche ist glatt, nur an einem schmalen Saum von Dura bedeckt. Die Anheftung des Stieles erfolgt näher am vorderen Rande. Die Länge des hinter dem Stiele gelegenen Theiles der platten oberen Fläche misst ca. 12 mm. Die untere Fläche zeigt an ihrer ganzen Andeutung eine braunrothe Färbung, die sich von vornher auf die obere Fläche fortsetzt, mit schmalem Saum den Stiel umfassend. Die Dunkelfärbung verliert sich verwaschen am Rande. Soweit die Dunkelfärbung auf der oberen Fläche hinter dem Stiel sichtbar ist, ist dieselbe blauroth, fast an venöses Blut erinnernd. Die Färbung hat sich noch nach monatelanger Aufbewahrung eines nach vorgängiger Härtung in Weingeist und Behandlung mit Sublimatglycerin an der Luft freiliegenden Gehirns sehr schön erhalten.

An Flachschnitten des Organes, wie wir sie meistens benützen, ist das Bild je nach der Höhe, in welcher der Schnitt geführt ist, ein etwas verschiedenes. Stets, gleichviel nach welcher Methode die Schnitte behandelt sind, ist sehr deutlich ein Gegensastz zwischen der medianen, dem Hirntheile angehörigen, und der lateralen Epithelialregion. Eine Hypophysenspalte haben wir an unseren Schnitten, trotzdem wir eine grosse Zahl theils selbt gefertigter, theils von Prof. Flesch uns zur Verfügung gestellter Präparate untersucht haben, nicht finden können. Gleichwohl lässt sich die Abgrenzung eines epithelialen Körpers und Saumes in sehr distincter Weise vornehmen. Es ist nämlich auch hier wieder die eine der von uns wiederholt erwähnten Zellformen, welche sich durch Tinctionsfähigkeit für Osmiumsäure u. s. w. auszeichnet, im Epithelkörper so sehr angehäuft, dass dessen Färbung bei Anwendung geeigneter Reagentien wesentlich dunkler erscheint, als jene des von solchen Zellen freien Gebietes (Taf. XIX, Fig. 2). Schon das blosse Auge erkennt nun, leichter an gefärbten als an ungefärbten Präparaten, aber auch bei letzteren deutlich, die Existenz einer schmalen, sich dem Hirntheile anschliessenden Zone, die gegen diesen und den Epithelkörper gleich scharf abgegrenzt, durch ihre Färbung sich von beiden unterscheidet. Sie entspricht dem Episaum des Hundes. Gleich diesem entbehrt sie der chromophilen Zellen, gleich diesem enthält sie Cysten, deren Inhalt in höchst auffälliger Weise in seinem Tinctionsvermögen mit den

grossen Zellen übereinstimmt. Alle Farben, welche jene Zellen in specifischer Weise tingiren — Eosin, Hämatoxylin, Indigo und Osmiumsäure — zeigen die gleiche Prädilection für den Inhalt jener Cysten, so dass man versucht wird, auf eine Beziehung zwischen beiden zu schliessen. In manchen Präparaten sind dieselben sehr reichlich vorhanden, auch haben sie manchmal eine recht beträchtliche Grösse, so dass sie schon mit blossem Auge als kleinste Pünktchen kenntlich sind.

Bei einer Gesammtbreite der Schnitte grösserer Präparate von 20 mm kommen auf den Hirntheil 3, auf das dem Epithelsaum entsprechende Gebiet jederseits 1—2 mm. Von der Schnittrichtung hängt es ab, ob man den Hirntheil durch die ganze Länge des Schnittes verfolgen kann, oder ob derselbe hufeisenförmig von dem Epitheltheil umschlossen erscheint.

Die mikroskopische Untersuchung des Epithelkörpers zeigt im Gegensatz zum Hunde die Gefässe verhältnissmässig eng, wenngleich dieselben in sehr reicher Verästelung das Organ durchsetzen.

Wie schon erwähnt, finden sich hier dieselben beiden Zellformen, wie bei dem Hunde. Die Vertheilung derselben scheint sich so zu gestalten, dass einmal die chromophilen Zellen an der Oberfläche stark angehäuft sind in einer schmalen Zone, die fest an den Piaüberzug des Organes adhärirt. Löst man letzteren ab, so passirt es leicht, dass die pigmentirte oberflächliche Schicht des Organes mit entfernt und dass infolge dessen das nicht pigmentirte Gewebe der tieferen Schichten blosgelegt wird. Es scheint dementsprechend nicht unwahrscheinlich, dass die chromophilen Zellen der Oberfläche zugleich Träger der eigenthümlichen Farbe des Organes sind. Allerdings ist es uns nicht gelungen, dies durch die mikroskopische Untersuchung sicherzustellen. An unseren der frischen Hypophyse des Schweines und des Menschen, die eine ähnliche Pigmentirung zeigen, entnommenen Präparaten konnten wir nur eine Unterscheidung dunklerer grösserer und hellerer kleinerer Zellen constatiren. Des weiteren finden sich die dunklen Zellen stärker angehäuft in dem an den Epithelsaum grenzenden Theile des Körpers. Beide Gebiete hängen da, wo der Hirntheil in die Fläche des Epithellappens eingesenkt ist, zusammen. Auch ohne Mikroskop kann man dementsprechend an gut tingirten Präparaten das Ueberwiegen der chromophilen Zellen in der Peripherie des Epithelkörpers und in seinem an den Epithelsaum angrenzen-

den Theil erkennen. In diesen beiden Gebieten finden sich oft ganze Schläuche von tief schwarzer Farbe an Hämatoxylinpräparaten, während in dem von ihnen umfassten, schon makroskopisch helleren Gebiete die Zellen zerstreut liegen, den einzelnen Schläuchen angefügt, etwa wie die Belegzellen der Magendrüsen den Hauptzellen. Bezüglich der allgemeinen Anordnung der Gewebselemente in dem Epithelialkörper bleibt uns noch zu bemerken, dass die Substanz, wenngleich sie nicht arm ist an Gefässen, doch dichter erscheint als etwa in der Hypophyse des Hundes. Damit stimmt auch die verhältnissmässig feste Consistenz des frischen Organes überein. Am reichlichsten sind die Gefässe da vertheilt, wo sich die chromophilen Zellen am reichlichsten finden. Die Anordnung der Zellketten ist am wenigsten deutlich da, wo die chromophilen Zellen am spärlichsten sind, vielleicht eben weil abgrenzende Gefässe weniger leicht zu sehen sind. Eine gewisse Regelmässigkeit der Anordnung finden wir in dem an den Epithelsaum angrenzenden Theile insofern, als hier langgestreckte, der Richtung des Hypophysenstieles folgende Zellketten zu erkennen sind. Letztere erweisen sich als fast nur aus chromophilen Zellen zusammengesetzt.

Bezüglich des Umschlagtheiles sind wir nicht in der Lage, eingehende Mittheilungen zu machen. Aus unseren Präparaten geht hervor, dass, wie bei allen untersuchten Thieren, ein eigenartiges, aus Epithelschläuchen und pialen Gefässverzweigungen gemischtes Gewebe auf den Hypophysenstiel übergeht. Sehr schön sind in denselben colloide Cysten zu erkennen, die sich gleichfalls in den Ueberzug des Hypophysenstieles verfolgen lassen. Der Epithelsaum gestaltet sich complicirter als bei den kleineren Thieren. Seine Dicke ist eine beträchtlichere als bei letzteren. Dementsprechend sind die bindegewebigen Septa zahlreicher und scheinen Blutgefässe in der ganzen Ausdehnung des Epithelsaumes vorzukommen. Durch die Septa werden die epithelialen Elemente des Epithelsaumes in follikelartige Gruppen geschieden. Mehr weniger deutlich tritt an einzelnen Stellen eine Anordnung der Epithelien zu radiär gestellten Schläuchen hervor, namentlich in den vom Umschlagstheile entfernteren Gebieten. Viel stärker entwickelt als bei anderen Thieren sind die Colloidcysten (Taf. XIX, Fig. 2). Dieselben zeigen eine deutliche Schichtung ihres Inhaltes, so zwar, dass die centralen Schichten gegen Tinctionen resistenter sind oder auch

bei Doppelfärbungen von anderen Farben imbibirt werden als die peripheren. Ebenso wie gegen den Epithelkörper ist die Abgrenzung gegen den Hirntheil weniger deutlich als etwa bei dem Hunde. Der Grund scheint in der reichen Entwickelung der Septa zu liegen. — Die Structur des Hirntheiles bietet uns keinen Anlass zu weiteren Bemerkungen. Eine Höhlung desselben abwärts vom Hypophysenstiel scheint nicht zu existiren.

Hypophyse des Schweines.

Die Hypophyse des Schweines ist abgeplattet, elliptisch. Die Länge des Stieles beträgt ca. 2 mm, die grösste Breite 11 mm, der sagittale Durchmesser 10 mm, die Dicke 6,5 mm. Die Lage ergiebt sich aus dem in der Einleitung Gesagten. Wir haben eine ventrale und eine dorsale Fläche zu unterscheiden. Erstere ist der Hauptsache nach vom Epitheltheil, die andere vom Hirntheile gebildet. Letzterer überragt nach rückwärts den Epitheltheil kolbig verdickt und ist hier mit der Dura ziemlich fest verlöthet. Die nach oben gekehrte Fläche erscheint platter als die gewölbte nach unten gekehrte. Bei der Betrachtung von oben her erscheint das Organ aus 3 Theilen gebildet: einem unpaaren, mittleren und 2 seitlichen Theilen.

Die Farbe des Hirntheiles ist grau. Seine Oberfläche erhebt sich zu leichten Wülsten. Er misst in der Mitte etwa 3 mm, in der Nähe des hinteren Poles wächst seine Breite auf ca. 4,5 mm. Die Abgrenzung gegen die seitlichen Theile ist keine scharfe, namentlich in der halben Länge des Organes erscheint die Grenzlinie verwaschen, als wenn ein Uebergreifen der Substanz der Seitenlappen über die des Mittellappens stattfinde (was sich in der That durch mikroskopische Untersuchung an Schnitten nachweisen lässt). Die untere Fläche des Organs hängt rückwärts ziemlich fest mit der Dura zusammen, derart, dass eine Lösung ohne Substanzverlust nicht leicht gelingt. An der unteren Fläche ist von der Trennung eines Mittel- und Seitenlappens nichts zu sehen. Die von oben her sichtbaren Seitentheile des Organes gehören ausschliesslich dem Unterlappen, besser dem Epithelialtheil an. Die Färbung des Epithelialtheiles ist eine graurothe, nach vorn erscheinen dunklere, fast rostfarbene Flecken. Diese dunklere Färbung ist auch auf den Stiel des Organes zu verfolgen und findet eine ziemlich scharfe Abgrenzung am Tuber cinereum. Die mikroskopische Untersuchung lässt leichter als beim Pferd, wegen der

Anwesenheit der Hypophysenspalte die einzelnen Theile unterscheiden. Querschnitte zeigen, dass der Epithelkörper dorsalwärts in eine ganz dünne Epithelschicht übergeht, welche noch eine kurze Strecke weit aufwärts verläuft, ehe sie sich in den Epithelsaum umschlägt. Die chromophilen Zellen fehlen in diesem Gebiet. Der Epithelkörper ist reich an weiten Blutgefässen. Die Anwesenheit der chromophilen Zellen ist auch hier vermittelst der mehrfach erwähnten Reagentien leicht nachzuweisen. Sie häufen sich, wie es scheint, mehr in den Seitenlappen an, wenn auch nicht in der Weise gedrängt, wie es bei der Katze der Fall ist. Ganz entbehrt der chromophilen Zellen eine dünne oberflächliche Schicht des medianen Theiles des Epithelkörpers, dagegen finden sich dieselben abwärts bis zur Abgrenzung der Hypophysenspalte. Selbst ein Theil der Cylinderepithelzellen, welche diese Höhle in ähnlicher Weise wie beim Hunde auskleidet, nimmt die charakteristischen Tinctionen an. Die Hypophysenhöhle theilt sich ungefähr in der Mitte ihres Verlaufes in zwei übereinander liegende Spalten. Verzweigungen der Höhle, da wo der Umschlagtheil beginnt, scheinen vorhanden zu sein, aber die Lumina sind enger, die Canäle offenbar mehr gewunden, so dass wir deren Anordnungen bis jetzt nicht bestimmen können. Eine Communication der Hypophysenhöhle mit der Infundibularhöhle glauben wir nach unseren Präparaten mit Sicherheit ausschliessen zu können.

Der Umschlagtheil setzt sich auch hier in ein System von Schläuchen fort. Die cerebrale Verlängerung der Hypophysensubstanz, welche von zahlreichen weiten Blutgefässen durchzogen ist, umfasst den Stiel des Hirnanhanges ringförmig. Auf der ventralen Seite ist sie höher als auf der dorsalen. Als dünner Belag dringt sie mit der Pia bis zum Grunde des schmalen Spaltes vor, welcher zwischen hinterer Fläche des Tuber cinereum und Stiel der Hypophyse enthalten ist. Die ventrale Portion dringt noch eine, allerdings sehr kleine, Strecke weit in die hinter dem Chiasma opticum sich anschliessende Gehirnsubstanz vor, so dass wir an einer Serie frontaler Schnitte das vordere Ende des Hypophysengewebes von Gehirnsubstanz umschlossen, als eine kleine Gruppe cylinderepithelhaltiger Schläuche antreffen. Diese Schläuche enthalten vielfach colloiden Inhalt, dessen Tinctionsfähigkeit nicht so vollständig mit jener der chromophilen Zellen übereinstimmt, wie in den Cysten des Pferdes.

Der Epithelsaum ähnelt dem des Hundes und vielleicht noch mehr dem der Katze. Auch hier sind wieder sehr dünne bindegewebige Septa, die von der Hirnseite aus zwischen die Epithelien vordringen, deutlich. Der Hirntheil stimmt in seiner Structur mit dem des Hundes überein. Die Höhlung des dritten Ventrikels mit ihrer Ependymauskleidung endet etwa da, wo der Epithelkörper in den Umschlagstheil übergeht, aber noch weiter rückwärts finden sich mehrere selbständige, mit flachen Epithelien ausgekleidete kleinere Höhlen; ganz nach hinten konnten wir an mehreren Präparaten deren zwei nebeneinander sehen. Der Piaüberzug sendet am Stiel, namentlich auf der dorsalen Fläche, zahlreiche sagittal gestellte, äusserst dünne Septa in die Substanz des Hirntheiles. Letztere erscheint in Folge dessen an Querschnitten sehr zierlich papillär angeordnet. Auch die schon mit blossem Auge sichtbaren Faltungen der dorsalen Fläche des Hirntheiles (s. o.) beruht auf der Existenz von Pia-Einsenkungen. Bemerkt sei noch die äusserst starke Anhäufung von kleineren verästelten Pigmentzellen in der weichen Hirnhaut, da wo sie dem Hirnfortsatze aufliegt.

Hypophyse des Kaninchens.

Unsere Untersuchungen an der Hypophyse des Kaninchens können nicht als abgeschlossen bezeichnet werden. Immerhin sind wir im Stande, auf Grund des vorhandenen Materiales die wichtigsten Punkte aus unseren Befunden an den vorher besprochenen Thieren zu bestätigen. Die Hypophyse des Kaninchens ist herzförmig gestaltet. Die Spitze ist dem Schädelboden zugekehrt, das breite Ende verjüngt sich in einem äusserst dünnen Stiel, welcher in das Tuber cinereum übergeht. Die grösste Dimension liegt wie bei dem Schwein in der Richtung zwischen Schädelboden und Tuber cinereum (bei dem Menschen und dem Pferde transversal). Epithelkörper und Epithelsaum sind durch eine enge Spalte getrennt, beide hängen seitlich ziemlich breit zusammen, so dass eine Lösung nicht so leicht stattfindet wie bei anderen Thieren. Die chromophilen Zellen sind wie überall auf den Epithelkörper beschränkt. In einem centralen Theile desselben ist ihre Menge etwas vermindert gegenüber der Peripherie, auch scheint die abwärts gekehrte Spitze weniger reich an denselben zu sein.

An einem unserer Präparate, welches zu einer Schnittserie verwendet wurde, zerfiel der Epithelkörper durch eine schmale, in sagittaler Richtung eindringende Falte in zwei Lappen.

Der Umschlagtheil setzt sich hier wieder weit nach oben auf den Hirnboden fort. Der anfangs nur dorsalwärts der Hypophyse angelagerte Hirntheil wird oberhalb der dünnsten Stelle des Stieles von der Fortsetzung des Umschlagtheiles umfasst. Ganz oben befindet sich eine grubenförmige Einstülpung im Tuber cinereum, welche von dem mit Schläuchen des Umschlagtheiles durchsetzten Piaüberzug ausgekleidet ist. Bei geeigneter Schnittführung — wir haben dies an einer Querschnittreihe durch das Tuber cinereum verfolgen können — kann man nachweisen, dass die Umkleidung des Tuber cinereum mit der Fortsetzung des Umschlagtheiles seitlich etwas höher reicht, als der Grund jenes Grübchens, dessen Ausfüllung der in das Gehirn vordringenden ventralen Fortsetzung bei dem Pferde entsprechen würde[1])

Am Uebergange des Umschlagtheiles in den Epithelsaum finden sich reichliche Cysten, die oft eine beträchtliche Grösse erlangen. Zuweilen zeigen dieselben seitliche schlauchförmige Ausstülpungen, wahrscheinlich Communication zur Hypophysenspalte. Ihr Inhalt ist theils die bekannte colloide Masse, theils in einigen derselben granulirtes, zellenenthaltendes Material, ähnlich den in den Verzweigungen der Hypophysenhöhle des Hundes gefundenen. Die Auskleidung der Cysten ist ein Flimmerepithel mit sehr langen und verhältnissmässig starken Flimmerhaaren. Die Zellen dieses Flimmerepithels sind kubisch; in den grösseren durch vieles Secret ausgedehnten Cysten erscheint es flacher als in kleineren. In einer Cyste fehlten in einem Theil des Umfanges die Flimmerhaare, ob infolge der Behandlung, war aus der Beschaffenheit des Präparates nicht zu entnehmen. Weniger scharf als anderwärts war die Abgrenzung zwischen Hirntheil und Epithelsaum. Sowohl Epithelschläuche als Cysten sahen wir tief in den Hirntheil eindringen.

---

1) R. Kraushaar, Entwickelung der Hypophysis und Epiphysis bei Nagethieren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XLI, S. 91 giebt eine Beschreibung der Hypophyse eines 16 mm langen Kaninchenembryo, welche beweist, dass schon in jenem Entwicklungsstadium die oben beschriebenen Verhältnisse existiren.

Der Hirntheil selbst zeigt noch schärfer als beim Hunde die Abgrenzung des cerebralen Gewebes von dem specifischen Gewebe des Trichterlappens. Unterhalb der Enge des Stieles findet sich das letztere allein. Die Infundibularhöhle schloss an einem unserer Präparate (Schnittserie) vollständig über der Enge des Stieles ab, weit über der Stelle, bis zu welcher die Hypophysenspalte hinaufreicht. In einem anderen Präparate fand sich zwar eine Höhlung der Trichterlappens; doch sahen wir hier keine Communicationen.

Hypophyse des Menschen.

Zur Untersuchung der Hypophyse des Menschen dienten mehrere Präparate, theils von Erwachsenen, theils von Kindern entstammend. Wir haben uns darauf beschränkt, die wesentliche Uebereinstimmung mit dem bei Thieren Ermittelten festzustellen. Eine Reihe der von uns in Betracht zu ziehenden Thatsachen ist überdies schon von Luschka in ausreichender Weise behandelt worden, anderes haben Virchow, Langen, Peremeschko und W. Müller beobachtet. Insbesondere hat Luschka[1]) die Existenz epithelialer Elemente in dem Piaüberzuge des Trichters in Uebereinstimmung mit Virchow bereits beschrieben und abgebildet. Er hat ferner eine analoge ringförmige Umschliessung des Hypophysenstieles von der Substanz des Epithelialtheils[2]), wie wir sie bei den Thieren gefunden haben, bei dem Menschen erwähnt.

Virchow[3]) hat erkannt, dass die Substanz des Epithelialtheiles bei älteren Personen gelbliche Flecken zeigt, welche sich aus dem hellgraubraunen Grunde hervorheben. Er führt die ersteren auf Verfettungen zurück. Wichig ist für uns, dass er damit die

1) Luschka, Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860. S. 17 und Taf. I, Fig. 2.

2) Luschka, Hirnanhang u. s. f. S. 14. „Als Regel ist es zu betrachten, dass“ der Trichter „in der Mitte des Ausschnittes am hinteren Rande des vorderen Lappens sich einsenkt. Oft genug kommt es aber auch vor, dass derselbe im Centrum der oberen Fläche der Hypophyse eintritt und so scheinbar ausschliesslich dem vorderen Lappen angehört, während indess verticale Durchschnitte zeigen, dass er die Masse desselben nur durchsetzt, um in die Substanz des hinteren Lappens überzugehen.“

3) R. Virchow, Untersuchungen über die Entwickelung des Schädelgrundes. Berlin 1857. S. 93.

Eigenfarbe des Organes im Ganzen richtig beschrieben hat. Der Existenz von Pigmentirungen in der Hypophyse des Menschen gedenkt ferner Langen[1]) in seiner unter Max Schultze's Leitung entstandenen Dissertation. Eine Beziehung der colloiden Substanzen zu den Zellen der Hypophysenschläuche, oder besser ihrer Zellketten — Langen betont mit Recht, dass man von Drüsenbläschen eigentlich nicht sprechen solle — haben gleichfalls Virchow und Langen erkannt. Endlich hat Peremeschko[2]) eine Beschreibung der Hypophysenspalte gegeben, die, wahrscheinlich durch vortheilhafteres als das von uns benutzte Material begünstigt, manche Einzelheiten bringt, die wir nicht in ausgiebiger Weise verfolgen konnten. Kölliker[3]) hat das Verdienst, die Bedeutung der von ihm in der Hypophyse des Menschen gesehenen Reste der Hypophysenhöhle als solche erkannt und als Ueberbleibsel des foetalen Hypophysenkanales richtig gedeutet zu haben. Wenn wir noch erwähnen, dass die Lehrbücher von Schwalbe[4]) und Henle[5]) einige der beim Menschen beobachteten Einzelheiten zum Theil auf Grund eigener Untersuchungen richtig beschreiben, so dürfte das Literaturmaterial über die Hypophyse des Menschen nahezu erschöpft sein.

Die Untersuchung des frischen Präparates hat uns an mehreren Exemplaren eine sehr deutliche gelbbraune Pigmentirung gezeigt, die namentlich in den seitlichen Theilen der oberen Fläche und des vorderen Randes gut zu sehen war und sich nach der Tiefe abnehmend etwa 1,5 mm weit in die graurothe Substanz verfolgen liess. Die mikroskopische Untersuchung an frischen Präparaten hat uns bezüglich der Träger dieses Pigmentes keinen sicheren Aufschluss gegeben. Gelbe, fettartige Tröpfchen in den

---

1) Th. Langen, De Hypophysi cerebri disquititiones microscopicae. Dissertatio inauguralis. Bonnae 1864. „In spatiolis tela conjunctiva circumfusis partim rotundae partim polygonales cellulae sitae sunt. Inlobi anterioris finibus eae majores inveniuntur, magis granulosae sunt et pigmentum continent.“

2) Peremeschko, Ueber den Bau des Hirnanhanges. Virchow's Archiv. Bd. XXXVIII, S. 329.

3) Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Aufl. S. 529.

4) Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie S. 476.

5) Henle, Nervenlehre. II. Aufl. S. 327.

Zellen waren in einem der Präparate zu sehen, in grösseren Zellen in einem anderen Präparate war nichts davon zu bemerken. Dass auch hier die Ausdehnung der gefärbten Zone dem Verbreitungsgebiete der chromophilen Zellen zu entsprechen scheint, verdient immerhin Erwähnung.

Der Epithelkörper zeigt eine sehr reiche, vom Umschlagtheile her einstrahlende Vascularisation. Dieselbe kommt an dem bluthaltigen Organe gerade in Folge der von uns verwendeten Färbungen (Weigert's Hämatoxylin — schwarz, Merkel's Färbung — grasgrün) in so vollkommener Weise zur Anschauung, wie sie an Injectionspräparaten nicht schöner erwartet werden kann. Deutlicher als anderwärts ist stellenweise die Gegenwart von ächten Zellschläuchen mit offenem Lumen zu beobachten. Die chromophilen Zellen finden wir wesentlich in den oberflächlichen Schichten der Präparate, sowohl beim Kinde als beim Erwachsenen. Auch bei der Hypophyse eines Mikrocephalen, von welcher allerdings nur ältere Carmin-Präparate vorlagen, scheinen dieselben nicht zu fehlen. In der Hypophyse des Erwachsenen finden wir auch im Epithelkörper kleine colloide Massen. Auffallend ist deren Lage. Sie finden sich nämlich nicht im Inneren der Zellketten oder Schläuche, sondern am Rande derselben, zuweilen so angeordnet, als ob sie direct chromophile Zellen ersetzten.

Bezüglich der Trennung des Epithelkörpers vom Epithelsaum scheinen die Verhältnisse wesentlichen Schwankungen zu unterliegen. An einem der untersuchten Präparate findet sich eine weite, mit granulirtem, von Zellen durchlagertem Inhalt erfüllte Höhle. Der Epithelsaum stimmt zwar im Ganzen mit dem des Hundes überein, ist aber dünner als bei diesem. Sehr complicirt gestalten sich die Verhältnisse des Umschlagtheiles. Hier finden sich weite, mit Cylinderepithel ausgekleidete Schläuche, daneben Cysten, zum Theil mit geschichtetem, colloiden Inhalt erfüllt, einige grössere derselben mit dünner Plattenepithelwand ausgekleidet. An anderen Präparaten (Kind) ist die Spalte ganz eng, stellenweise kaum als solche zu erkennen[1]). Auch da fehlt es im Umschlagtheile nicht an deutlichen Schläuchen mit weiterem Lumen.

---

1) Ueber die Beobachtung der Hypophysenhöhle bei einem mikrocephalen Kinde durch Dr. Hans Virchow sei verwiesen auf: Flesch, Anatomische Untersuchung eines mikrocephalen Knaben. Festschrift zur Feier

Ueber das Verhalten des Umschlagtheiles zum Hirnstiel haben wir specielle Untersuchungen nicht angestellt. Die citirten Angaben Virchow's, Luschka's und die Beobachtungen von W. Müller[1]) zeigen zur Genüge, dass die Verhältnisse nichts Abweichendes von den bei den Thieren gefundenen darbieten.

Ergebnisse.

Die vorstehenden ausführlichen Beschreibungen beschäftigen sich mit Verhältnissen, deren Einzelnheiten theilweise seit längerer Zeit bekannt sind, die indessen gleichwohl bei unserer gänzlichen Unkenntniss über die functionelle Bedeutung der Hypophyse eine erneute Durcharbeitung zu verdienen schienen. Wir denken hierbei nicht daran, die alte Discussion, ob die Hypophyse ein „Blutgefäss" oder eine „Nerven-Drüse" sei, wieder zu berühren. Die Wahl der einen oder anderen Bezeichnung berührt in keiner Weise die Werthigkeit des Organes im Haushalte des Körpers. Eine physiologische Deutung ist wohl kaum noch versucht worden, die morphologische Stellung des Organes ist ebenfalls noch eine ganz unklare. Während Gegenbaur[2]) sich jeder Vermuthung enthält, weist Wiedersheim[3]) darauf hin, dass manche Thatsachen im Hirnanhange den „Rest eines mit dem Rachen ursprünglich in Communication stehenden secretorischen Organes, einer secernirenden Drüse erkennen lassen?" Auch gedenkt derselbe der von Dohrn neuerdings vorgetragenen Auffassung, nach welcher die Hypophyse ein Bildungsprodukt eines präoralen Kiemenspaltenpaares darstellen sollte. Indessen mag man nun auch einer dieser morphologischen Deutungen geneigt sein, mag man selbst daran denken, der Hypophyse eine Bedeutung beizumessen, als Rest einer

---

des dreihundertjährigen Bestehens der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg. Gewidmet von der medicinischen Fakultät daselbst. II. Bd. S. 105.

1) W. Müller, Ueber Entwickelung und Bau der Hypophysis und des Processus Infundibuli cerebri. Jenaische Zeitschrift. Bd. VI. S. 354. Uns in Bern leider nicht zugänglich, und nur bekannt nach den Berichten von J. Henle und G. Meissner 1871. S. 99.

2) Gegenbauer, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1883. S. 791.

3) Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. I. Theil. S. 277.

hypothetischen, einstmal den Schlundring durchsetzenden Verlängerung des Darmrohres durch das Nervensystem, — für die jetzige Stellung des Organes gewinnen wir aus seiner Structur Anhalte genug, um es aus der Reihe der rudimentären Bildungen zu streichen und ihm eine active Rolle im Organismus zuzuschreiben. Hierbei sind wir aber ausschliesslich auf die anatomische Untersuchung angewiesen. Wenigstens ist nicht anzunehmen, dass das Messer des Experimentators oder die Beobachtung des Klinikers in absehbarer Zeit sich mit dem versteckt liegenden Hirnanhange befassen werde. Vielleicht bleibt allerdings der Chemie das letzte Wort vorbehalten. Zwar haben die Versuche, welche auf Ansuchen des Herrn Prof. Flesch von Herrn Prof. v. Nencki angestellt worden sind, bis jetzt weder eigenartige Reactionen, noch charakteristische fermentative Wirkungen auf Amylon oder Eiweiss erkennen lassen, aber die histologische Untersuchung zwingt uns auf Grund der höchst characteristischen mikrochemischen Reactionen an eine chemische Activität zu denken.

Wenden wir uns zur speciellen Betrachtnng unserer Ergebnisse, so muss uns in erster Linie der Nachweis zweier durch differente mikrochemische Reactionen sehr scharf charakterisirten Zellformen beschäftigen. Die Ungleichheit der Hypophysen-Zellen haben wohl alle erkannt, die sich mit diesem Organe beschäftigt haben. Je nach dem Stande der histologischen Forschung hat man derselben grössere oder geringere Aufmerksamkeit geschenkt. Es wird wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass beispielsweise das was Luschka[1]) als Mutterzellen beschreibt und abbildet, mit den grösseren „chromophilen“ Zellen identisch ist. Aus der Beschreibung Langen's[2]) geht klar hervor, dass er das Vorwiegen grösserer Zellformen in der Rindenschicht erkannt hat. Dass indessen eine wesentliche chemische Verschiedenheit zwischen beiden Zellformen besteht, findet sich zuerst in einer Mittheilung von Prof. Flesch[3])

1) H. Luschka, Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Taf. I.

2) Th. Langen, De Hypophysi cerebri u. s. f. S. 17.

3) Tageblatt der 57. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Magdeburg Nr. 4, S. 195—196. Schon vorher vorgetragen in der medicinischen Section der schweizerischen Naturforscherversammlung. Vergleiche darüber: Compte rendu des travaux présentés à la soixante-septième session de la Société helvetique des sciences naturelles réunie à Lucerne (Archives

erwähnt. Etwas später hat unabhängig von Flesch unter Zawarykin's Leitung Dostojewsky[1]) das Vorkommen beider Zellformen ausführlich besprochen und namentlich deren Vertheilung bei dem Rinde sorgfältig untersucht. Die Verwandtschaft zwischen den Reactionen der chromophilen Zellen und jenen der colloiden Substanz, deren Flesch schon in seiner ersten Mittheilung gedenkt, wird von Dostojewsky nicht erwähnt, dagegen ist seine Beschreibung eine so sorgfältige und eingehende, dass wir nur wenig Neues hinzuzufügen haben. Am frischen Präparate isolirt unterscheiden sich im Allgemeinen die beiden Zellformen durch deutliche Granulirung der einen, meist grösseren Zellform, an welcher der Kern weniger leicht hervortritt. Am gehärteten Präparate gestalten sich die Verhältnisse etwas verschieden, je nach der angewendeten Methode. Präparate aus Chromsäure oder chromsauren Salzen gestatten beide Zellformen zu unterscheiden am ungefärbten Schnitt durch dunkleres Aussehen der einen Form, welche wir künftig als chromophile bezeichnen. An Carminpräparaten (Borax-Pikrocarmin) erkennt man in letzteren eine mattglänzende, farblose, den gefärbten Kern umgebende Materie. Doppelfärbungen mit Eosin und Hämatoxylin zeigen, dass nur die chromophilen Zellen den ersteren Farbstoff annehmen.

Doppelfärbungen mit Boraxcarmin und Indigo (Merkel) erzeugen neben rother Kernfärbung aller Zellen blaue Tinction des Protoplasmas der chromophilen. Tinction mit Hämatoxylin nach der von Weigert für das centrale Nervensystem empfohlenen Methode erzeugt eine braune bis schwarze Tinction in den chromophilen Zellen. Die zuletzt genannte Reaction zeigt uns, dass es

---

des sc. physiques et naturelles Novembre-Decembre) 1884. S. 112. Weitere Mittheilungen von Prof. Flesch finden sich in den Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern I. 1885 und im Tageblatt d. 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg 1885.

1) Dostojewsky, Militärärztl. Journal (Petersburg) Octob. 1884. Die Existenz dieser Arbeit ist erst im November 1885 durch freundliche Mittheilung von Herrn Dr. Hans Virchow an Prof. Flesch uns bekannt geworden. Seitdem ist (während der Niederschrift unserer Arbeit) eine deutsche Ausgabe des Dostojewsky'schen Aufsatzes erschienen: Ueber den Bau des Vorderlappens des Hirnanhanges von Dr. med. A. Dostojewsky aus St. Petersburg. Archiv für mikr. Anatom. von v. La Valette St. George und W. Waldeyer 1886. H. 4.

sich um eine chemische Färbewirkung, eingeleitet durch das festere Anhaften der Chromsäure an einem Theile der zelligen Elemente, handelt. Dass in der That specifische chemische Eigenschaften einer in den Zellen enthaltenen Substanz hier maassgebend sind, scheint aus der Einwirkung der Ueberosmiumsäure auf ganz frische Präparate hervorzugehen. An solchen zeigt sich die Substanz der chromophilen Zellen dunkel gefärbt, während der Kern farblos, beziehungsweise erheblich heller tingirt ist; die anderen Zellen zeigen eine einfache Kernfärbung.

In dem Zellkörper ist mithin eine Substanz enthalten, welche während des Absterbens der Zellen reducirend auf Ueberosmiumsäure wirkt. Im Innern des Organes, wohin die Säure erst später eindringt, finden wir die besprochene Differenzirung nicht mehr — alle Zellen sind hier gleichmässig tingirt. Möglicherweise ist also der Gang der Tinction eingeleitet durch vorherige Abscheidung von Chromoxyd in Folge der reducirenden Potenz der Zellsubstanz. — Nachbehandlung mit Ueberosmiumsäure an Schnitten von Chromsäurepräparaten wirkt bräunend auf die chromophilen Zellen. Die Reduction ist aber eine weit weniger intensive als am frischen Präparate, ist ferner abhängig von der vorherigen Einwirkung der Chromsäure, da ja auch sonst an den tieferen Schichten des frischen Organes die Reduction da sein müsste. Wir haben noch Untersuchungen in Jodlösungen, ferner im polarisirten Lichte vorgenommen.

An in absolutem Alcohol gehärteten Organe trat eine vermuthlich auf Glycogengehalt zurückzuführende Bräunung durch verdünnte Lugol'sche Lösung schneller an den grossen als an den kleinen Zellen auf, betraf aber schliesslich beide in gleichem Maasse. Doppelbrechung konnte weder an frischen, noch an in Alcohol, noch an in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Präparaten trotz sorgfältigster Prüfung constatirt werden. So viel über die chemischen Eigenschaften der chromophilen Zellen.

Die Form derselben zeigt grosse Variationen. Abgeplattete, unter Umständen je nach ihrer Lage spindelförmig erscheinende Zellen auf der einen, kubische und kugelförmige Zellen auf der anderen Seite bilden die Extreme; zackige, halbmondförmige Formen finden sich je nach der Abhängigkeit vom Drucke benachbarter Zellen. — Eigenartig ist die Lage der Kerne. Die-

selben finden sich oft excentrisch, zuweilen so vollständig an den Rand der Zelle gedrängt, als ob sie der Ausstossung entgegengingen. Was das Grössenverhältniss beider Zellformen betrifft, so konstatiren wir, dass im Allgemeinen die chromophilen grösser sind. Messungen ergaben folgende Mittelwerthe:

	chromophile Zellen	Hauptzellen
Hund . . .	19 : 11 μ	10 : 5
Pferd . . .	16 : 8 „	13 : 5
Katze . . .	19 : 8 „	14 : 6
Schwein . .	18 : 6 „	11 : 3
Kaninchen .	18 : 8 „	16 : 13
Mensch . .	18 : 5 „	11 : 3

Die Vertheilung der Zellen in den Zellschläuchen hat Dostojewsky so gut beschrieben, dass wir nicht nothwendig haben etwas hinzuzufügen. Bald finden sich Schläuche, die ausschliesslich aus chromophilen Zellen bestehen, andermal treffen wir letztere in der Anordnung der Gianuzzi'schen Möndchen.

Hervorheben müssen wir, dass manche unserer Präparate dafür zu sprechen scheinen, dass eine directe Beziehung zwischen Gefässen und secernirenden Elementen der Hypophyse bestehe. Relativ weite Gefässe zeigen eine Wandung, die nur aus einer einfachen Endothellage gebildet ist. Unmittelbar an diese Wandung, nur durch die äusserst dünne Tunica propria von ihr getrennt, schliessen sich die Epithelien der Hypophysenschläuche an; oft aber erhält man Bilder (Hund, Schwein, vgl. o. S. 264), an welchen die chromophilen Zellen geradezu als Epithelbelag derartigen dünnen Gefässwänden folgen (Taf. XIX, Fig. 3).

Die Vertheilung der chromophilen Elemente im Epitheltheil der Hypophyse scheint nicht bei allen Thieren die gleiche zu sein. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf die oben gegebenen Einzelbeschreibungen. Eine Ergänzung derselben bietet die Beschreibung Dostojewsky's von der Hypophyse des Rindes. Nur insofern stimmen unsere Beobachtungen mit jenen Dostojewsky's nicht überein, als wir auch bei kleinen Thieren (Kaninchen, Katze) eine gewisse Regelmässigkeit der Vertheilung, beziehungsweise eine Häufung der chromophilen Zellen in den Seitenlappen antrafen. Vielleicht kamen uns hier gerade die Methode der Differenzirungen durch die Weigert'sche und Merkel'schen Tinction, deren

Resultate weit eclatanter sind, als die der von Dostojewsky verwendeten Färbungen (Carmin, Osmium, Eosin), zu gute.

Ein physiologisches Interesse gewinnen indessen die Ergebnisse dieser Reactionen erst, wenn wir sie mit unseren Resultaten bezüglich der Tinction der colloiden Massen zusammenstellen. Gleich den chromophilen Zellen an Chromsäurepräparaten lassen sich jene färben durch Indigo, Hämatoxylin und Osmiumsäure, gleich denselben zeigen sie keine specifische Jodreaction, entbehren sie ferner der Doppelbrechung. Bei combinirter Färbung mit Eosin und Hämatoxylin besteht ein Unterschied, insofern als zuweilen die Colloidmassen die violette Hämatoxylinfärbung festhalten (Taf. II, Fig. 10), während an anderen Präparaten desselben Organes sie rosaroth tingirt sind. Ebenso kann ausnahmsweise bei der Merkel'schen Tinction (Tafel II, Fig. 8) die rothe Carminfarbe an Stelle der blauen Indigotinction an colloidem Cysten-Inhalt gefunden werden. Von dieser einen Differenz abgesehen, verhalten sich gewöhnlich colloide Massen und chromophile Zellen gleichartig. Besonders erwähnt sei noch, dass (an Boraxcarminpräparaten) nicht tingirte Colloidmassen mit der mattglänzenden, die Kerne der chromophilen Zellen umgebende Materie vollkommen übereinstimmen. Nehmen wir die Beobachtungen hinzu, welche Virchow, Langen u. A. bereits zur Annahme einer directen Umwandlung von Hypophysenzellen in Colloidmassen geführt haben, dass nämlich kleine Colloidkörper geradezu an Stelle chromophiler Zellen zu treten scheinen, so ist wohl genügend gerechtfertigt, wenn wir auf die Existenz einer directen Beziehung zwischen Colloidmassen und Hypophysenzellen schliessen. Als wesentlicher Unterschied könnte allenfalls das eine angeführt werden, dass die Centren der geschichteten Colloidmassen in grösseren Cysten nicht mehr tingirt werden. Befremden kann dies indessen wohl kaum. Auch anderwärts, an der Schilddrüse, sehen wir in ganz der gleichen Weise die periphere Schicht ähnlicher Ablagerungen in hohem Masse tinctionsfähig, während der Kern ungefärbt bleibt. Wir können annehmen, dass in dem einmal abgeschiedenen Material chemische Veränderungen ablaufen, die jene Differenzirung genügend begründen. Möglicherweise ist auch in Betracht zu ziehen, dass die als Beize wirkende Härtungsflüssigkeit nicht in das Innere grösserer Colloid-Anhäufungen eindringt, und dass in Folge dessen hier die Färbung ausbleibt. Doch haben wir auch Stellen gesehen,

an welchen gefärbte und ungefärbte Schichten zweimal wechselten; hier kann jener Einwand nicht in Betracht kommen.

Bezüglich unserer sonstigen histologischen Beobachtungen an der Hypophyse haben wir nur wenig hinzuzufügen. Die Verhältnisse des Epithelsaumes und des Umschlagtheiles bieten keinen Anlass zu weiteren Bemerkungen. Betont sei hier nur, dass wir deutlich ausgebildete Flimmerepithelien nur beim Kaninchen gesehen haben, dass hingegen wir mehrfach Bildungen, die an den Cuticularsaum der Darmepithelien erinnerten, beschreiben konnten. Was die ungleiche Höhe der Epithelien in den cystischen Räumen anbelangt, so mag der Ausdehnungsgrad durch Secretanhäufungen dafür verantwortlich sein. Wir halten uns nicht für berechtigt, des Plattenepitheles wegen derartige Cysten zum Lymphgefässsystem zu rechnen, wie dies von manchen Seiten[1]) geschehen zu sein scheint.

In morphologischer Hinsicht können wir uns darauf beschränken, zwei Punkte aus unserer Beschreibung zu urgiren. Der eine betrifft die Hypophysenhöhle. Nach unseren Beobachtungen glauben wir entgegen Peremeschko behaupten zu dürfen, dass dieselbe mit der Infundibularhöhle nichts zu thun hat. Weder an unseren Schnittserien, deren wir allerdings aus den in der Einleitung angeführten Gründen keine grosse Zahl ausführen können, noch aus einer sehr grossen Zahl von Einzelschnitten haben wir je einen Anhalt für das Bestehen einer Communication entnehmen können, wohl aber sprechen unsere Beobachtungen über partielle und vollständige Verödung der Infundibularhöhle im Gebiete des Hypophysenstieles dafür, dass derselben die Rolle einer Verbindung zwischen primitiver Darmhöhle und Medullarrohr nicht zukommen kann. Die Entwicklungsgeschichte — es mag uns gestattet sein, auf Kölliker[2]) und Kraushaar[3]) zu verweisen — stellt es hinlänglich klar, dass die Hypophysenhöhle als Rest der bei der Ab-

---

1) Henle, Nervenlehre. 2. Aufl. S. 326. Allerdings scheint Henle diese Cysten zum Hinterlappen zu rechnen, doch geht aus seiner Beschreibung hervor, dass die im Umschlagtheile und Epithelsaume enthaltenden Cysten gemeint sind.

2) Kölliker, Entwicklungsgeschichte. II. Aufl. S. 527 ff.

3) Kraushaar, Entwicklung der Hypophyse u. s. f. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1885. H. I.

schnürung der Hypophysenanlage von der Mundbucht abgesonderten Tasche aufzufassen ist.

Von Interesse dürfte jedenfalls das Vorkommen symmetrischer seitlicher Ausbuchtungen beim Hunde sein. Da Dohrn's Kiemenspaltentheorie vorläufig noch unerwiesen ist, so können wir bei dem Mangel eigener entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen nicht darauf eingehen, eine Verwerthung unserer Beobachtungen nach dieser Richtung zu versuchen. Wichtiger ist das Vordringen der Hypophysenepithelien gegen das Chiasma und selbst in die Gehirnsubstanz. Nach den uns zugänglichen entwicklungsgeschichtlichen Angaben scheint es sich nicht um einen in Rückbildung sich befindenden Theil des Organes zu handeln. Auch die innige Durchflechtung dieser Epithelschläuche mit weiten pialen Gefässen, deren eigenartige Einfügung allerdings noch weiterer Untersuchungen bedarf, spricht für das Bestehen einer physiologischen Thätigkeit der ersteren.

Wir kommen zum Schluss. Unsere Untersuchungen weisen darauf hin, dass in der Hypophyse Bestandtheile enthalten sind, welchen eine active chemische Function zukommt. Die Reactionen, welche wir an den chromophilen Zellen nachgewiesen haben, theilen sie, ebenso wie gewisse Elemente der Nebennierensubstanz, in höchst auffälliger Weise mit anderen zelligen Elementen des Körpers, deren chemische Activität unbezweifelt ist, mit den Belegzellen der Magendrüsen. Nahe verwandt sind diese Reactionen mit solchen der farbigen Blutkörperchen. Auch letztere in gleicher Weise behandelt zeigen eine besondere Imprägnationsfähigkeit für Eosin, wie für den Chromlack des Hämatoxylin. Verwandt sind ferner die Reactionen der chromophilen Zellen auf jene Farbstoffe mit solchen gewisser Nervenzellen, welche Prof. Flesch in letzter Zeit mehrfach besprochen hat[1]). Auch dort trifft hohe Tinctionsfähigkeit für dieselben Farbstoffe mit stark reducirender Wirkung auf Ueberosmiumsäure zusammen. Sollen wir jenen Elementen der Hypophyse allein die Rolle rudimentärer Organe zuschreiben, während sie die chemischen Eigenschaften so activer Organe theilen?

Schwieriger gestaltet sich die Frage, welcher Art die Thä-

---

1) Tagbl. der Naturf.-Vers. zu Magdeb. S. 136. Tagbl. der Naturf.-Vers. zu Strassb. S. 412. Neurologisches Centralblatt 1886, Nr. 7.

tigkeit der Hypophysenzellen wohl sein könnte. Hier scheint uns das Verhalten der colloiden Substanzen einen positiven Hinweis auf eine secretorische Thätigkeit, wie sie auch wohl von den meisten Seiten dem Vorderlappen der Hypophyse zugeschrieben worden ist, zu geben. Wenn eine absolute Identität nicht besteht, so fehlt es ja nicht an Analogien aus der Physiologie des Pankreas und der Magendrüsen, welche dafür sprechen, dass das Secret in den Drüsenzellen nicht in seiner fertigen Zusammensetzung enthalten sei. Dann müssen wir freilich annehmen, da ein Abfluss jenes hypothetischen Secretes auf freie Flächen nicht denkbar erscheint, dass dasselbe der Resorption in den Hohlräumen des Organes anheimfalle. Die Durchflechtung der epithelialen Elemente des Umschlagtheiles mit weiten Gefässen, die eigenthümliche Anlagerung von weiten dünnwandigen Gefässschlingen an den Epithelsaum des Hundes (vgl. o. S. 269) sind vielleicht mit solchen Resorptionsvorgängen in Zusammenhang zu bringen. Betreten wir auch mit diesen letzten Erörterungen die Bahn der Hypothese, so mögen sie doch immerhin eine Berechtigung finden als ein Versuch, der physiologischen Bedeutung eines bisher räthselhaften Organes näher zu kommen.

Vorliegende Arbeit wurde im anatomischen Institute der Thierarzneischule in Bern auf Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Flesch ausgeführt. Es sei mir gestattet, für die Liebenswürdigkeit, mit welcher derselbe mich während der Arbeit unterstützt hat, ihm meinen innigsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX und XX.

Hypophyse des Hundes:

Tafel XIX. Fig. 3. 5. 6. Tafel XX. Fig. 7. 10. 11. 12. 13 A. B. C.

Hypophyse der Katze:

Tafel XX. Fig. 9.

Hypophyse des Pferdes:

Tafel XIX. Fig. 1. 2.

Hypophyse des Schweines:
Tafel XX. Fig. 8.

Hypophyse des Menschen:
Tafel XIX. Fig. 4.

Ueberall bedeutet: C. Hirntheil. E. Epithelsaum. E. F. Fortsatz des Epithelsaums auf den Trichter. Hh. Hypophysenhöhle. I. Infundibularhöhle. M. Marginaltheil (Epithelkörper). P. Pia mater. U. Umschlagtheil.

Tafel XIX.

Fig. 1. Hypophyse des Pferdes. Weigert'sche Färbung. Hartnack System VII. Oc. 3. Kurzer Tubus. Anordnung der chromophilen Zellen.

Fig. 2. Hypophyse des Pferdes. Merkel'sche Färbung. 4 mal vergrössert. Frontalschnitt. x Cysten im Epithelsaume mit blau tingirtem Inhalt.

Fig. 3. Hypophyse des Hundes. Merkel'sche Tinction. Leitz S. VII. Oc. I. K. T. Ausschliesslich aus chromophilen Zellen gebildete Schläuche. Anordnung der Zellen entlang den Capillaren.

Fig. 4. Hypophyse des Menschen (6 monatliches Kind). Weigert'sche Färbung. Leitz S. VII. Oc. I. Chromophile Zellen dunkel gefärbt. Schwarz die rothen Blutkörperchen in den Gefässen.

Fig. 5. Hypophyse des Hundes. Querschnitt. Hartnack System I. Oc. I. K. T. Doppeltinction mit Hämatoxylin und Eosin. x; x Cysten mit violett tingirtem Inhalt.

Fig. 6. Hypophyse des Hundes. Merkel'sche Färbung. Leitz, Syst. VII. Oc. III. K. T. x Grenzschicht des Epithelkörpers gegen die Hypophysenhöhle.

Tafel XX.

Fig. 7. Hypophyse des Hundes. Annähernd frontal durchschnitten. Weigert'sche Färbung. Hartnack S. I. Oc. II. K. T.

Fig. 8. Hypophyse des Schweines. Aus einer sagittalen Schnittserie. Loupenvergrösserung. I^1 — selbständige Höhle im Hirntheile. x — Cyste im Epithelsaum. x; x — Auf der dorsalen Fläche den Hirntheil umgebendes Epithelgewebe.

Fig. 9. Hypophyse der Katze. Querschnitt. Hartnack I und Seibert Oc. 0. Einfachste Form der Hypophysenhöhle.

Fig. 10. Hypophyse des Hundes. Querschnitt des Hirntheiles aus einem in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten, mit Carmin gefärbten Präparate. a) Spindelzellen-Züge. b) Glia-Nester.

Fig. 11. Hypophyse des Hundes (aus demselben Präparate wie Fig. 7). Leitz S. VII. Oc. I. K. T. x Gefässschlingen im Hirntheil. x; x Cysten des Epithelsaumes.

Fig. 12. Aus der Hypophyse des Hundes. Erweiterte Stelle eines Astes der Hypophysenhöhle im Gebiete des Umschlagtheiles. Seibert S. III. Oc. I. Ausgeführt z. Thl. mit stärkerer Vergrösserung. x In Mitte des granulirten und zellhaltigen Inhaltes der Schläuche gelegene geschichtete colloide Masse.

Fig. 13 A. Schematischer horizontaler Durchschnitt der Hypophyse des Hundes. * — * Höhe des schematischen Querschnittes. Fig. 13 B. ** — ** Höhe des schematischen Querschnittes. Fig. 13 C.

Fig. 13 B. Hypophyse des Hundes. Querschnitt in der Höhle des Umschlagtheiles. * Verästelungen der Hypophysenhöhle (vgl. Fig. 13 A).

Fig. 13 C. Hypophyse des Hundes. Schematischer Querschnitt in der Mitte (vgl. Fig. 13 A).

Fig. 1—7 und Fig. 11 sind von Herrn Rabus, Zeichner der anatomischen Anstalt in Würzburg, Fig. 8—10 und Fig. 12 von Herrn Kiener, Schüler der Kunstschule in Bern, die Schemata von Herrn Prof. Flesch gezeichnet.

Ueber Chylusgefässsysteme bei Enchytraeiden.

Von

Dr. **W. Michaelsen** in Hamburg.

Hierzu Tafel XXI.

Schon in einer früheren Arbeit über Enchytraeiden habe ich auf gewisse Bildungen hingewiesen[1]), deren Funktion höchst wahrscheinlich darin besteht, den Uebergang des Nahrungssaftes aus dem Darm in das Blut zu vermitteln. Diese nach eingehenderen Untersuchungen ausgeführte Abhandlung hat den Zweck, jene vorläufigen Mittheilungen zu vervollständigen und durch Abbildungen

1) Michaelsen, Ueber Enchytraeus Moebii Mich. und andere Enchytraeiden. Kiel 1886. pag. 27—29.

zu erläutern. Bevor ich jedoch hierauf eingehe, sei es mir gestattet, einige Fragen der Systematik zu erörtern. Die erste betrifft die Stellung des Enchytraeus appendiculatus Buchholz in der Familie der Enchytraeiden. Dieser Wurm zeigt so bedeutende Abweichungen von den echten Enchytraeus-Arten, dass er von denselben getrennt werden muss. In Uebereinstimmung mit der mir brieflich mitgetheilten Ansicht Vejdovský's halte ich dafür, dass er als Repräsentant einer neuen Gattung anzusehen ist, die den übrigen Enchytraeiden-Gattungen nebengeordnet werden muss. Zu Ehren dessen, der diesen Enchytraeiden zuerst beschrieben hat[1]), gebe ich der neuen Gattung den Namen:

Buchholzia.

Diagnose: „Enchytraeiden mit farblosem Blut und leicht hakenförmig gekrümmten Borsten. Die Speicheldrüsen sind breit gelappt, mit kurzem Ausführungsgang, und münden im IV. Segment seitlich in den Oesophagus. Das Gehirn ist am Hinterrande gerade abgestutzt. Der Gürtel entwickelt sich am VIII. Segment und an der vorderen Hälfte des IX. (schon von Buchholz der Hauptsache nach richtig angegeben). Die Samentrichter liegen vor dem Dissepiment VII/VIII, und gehen, dieses Dissepiment durchbohrend, in sehr lange, feine Samenkanäle über. Die Samenkanäle münden im VIII. Segment in der ventralen Borstenlinie nach aussen aus. Die Eileiter habe ich nicht erkennen können. Die Hoden bilden sich am Dissepiment VI/VII, die Ovarien am Dissepiment VII/VIII. Die Samentaschen liegen im V. Segment und münden in der Intersegmentalfurche IV/V nach aussen.“

Einzig bekannte Art: „B. appendiculata“.

Zur Charakterisirung dieser von Buchholz und Vejdovský[2]) als Enchytraeus appendiculatus angeführten Art füge ich zu den Beschreibungen dieser beiden Zoologen nur weniges hinzu. Die Samentaschen stehen mit dem Darm in Communication. Rückenporen habe ich nicht erkannt. Ein Kopfporus liegt in der dorsalen Medianlinie zwischen Kopflappen und Kopfring. Ich er-

---

1) Buchholz, Beiträge z. Anatomie d. Gattung Enchytraeus etc. in: Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. 3. Jahrg. 1862. pag. 96.

2) Vejdovský, Monographie d. Enchyträiden. Prag 1879. pag. 54.

kannte ihn am lebenden Thier dadurch, dass Leibesflüssigkeit durch ihn aus dem Körper austrat. In Schnittserien konnte ich ihn seiner Kleinheit wegen nicht zur Anschauung bringen. Was die Ansicht Ude's[1]) anbetrifft, nämlich, dass den Enchytraeiden überhaupt weder Kopf- noch Rückenporen zukämen, so glaube ich zu ihrer Widerlegung nicht vieler Worte zu bedürfen. Jeder Hauptsagittalschnitt durch den Mittel- und Hinterkörper von Enchytraeus hegemon Vejd. zeigt die Rückenporen in einer Deutlichkeit, die nichts zu wünschen übrig lässt (s. Fig. 13), ebenso jeder Hauptsagittalschnitt durch den Kopf von Pachydrilus Beumeri mihi den Kopfporus (s. Fig. 14). Wenn auch die Rücken- und Kopfporen bei anderen Enchytraeiden nicht die Dimensionen erreichen, wie in diesen angeführten Fällen, so ist doch ihr Vorhandensein bei vielen derselben nicht weniger sicher. Im übrigen verweise ich zur Erklärung der Figuren 13 und 14 auf die bezüglichen Beschreibungen auf pag. 19 und 20 meiner in Anm. 1 angegebenen Dissertation.

Ebenfalls einer Erörterung bedarf der in meiner Dissertation mit einigen Reserven als Enchytraeus Leydigii Vejd. angeführte Wurm. Aus einigen mir zur beliebigen Benutzung überlassenen Notizen Vejdovský's geht hervor, dass die von mir untersuchten Thiere nicht mit E. Leydigii zu identificiren sind, wenngleich sie dieser Art nahe stehen. Sie sind einer selbständigen Art zuzuordnen, die ich E. tenuis nenne, und deren Diagnose ich folgen lasse.

Enchytraeus tenuis.

„Dünne, 10–15 mm lange Enchytraeen mit schlanken, am inneren Ende schwach umgebogenen, sonst geraden Borsten, die stets zu zweien in einem Bündel stehen. Rückenporen vom VII. (incl.) Segment an, wie die von E. hegemon (im Verhältniss auch ungefähr ebenso gross). Kopfporus in Schnittserien deutlich erkennbar, zwischen Kopfring und Kopflappen. Rückengefäss im XVIII. Segment aus dem Darmblutsinus entspringend; Blut farblos. Gehirn doppelt so lang wie breit, mit convexem Vorder- und Hinterrand (s. Fig. 12). Segmentalorgane mit grossem, ellipti-

1) Ude, Ueber d. Rückenporen der terricolen Oligochaeten etc. in: Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 43. Bd., 1885. pag. 125.

schen Anteseptale; Postseptale ebenso breit wie das Anteseptale und höchstens 3mal so lang, hinten in einen nach vorn umgeschlagenen, mittellangen Ausführungsgang übergehend. Samentrichter klein, höchstens 2mal so lang wie breit, mit sehr breitem, umgeschlagenen Rande. Die Breite des umgeschlagenen Randes verhält sich zur Länge des ganzen Trichters wie 1 zu 3. Samentaschen zierlich, mit schlankem Ausführungsgang und mit zwei sich gegenüberstehenden kugeligen Nebentaschen versehen, mit dem Darm communicirend.“

E. tenuis lebt im Detritus am Ufer der Bille bei Hamburg, und in Blumentöpfen. Vejdovský fand ihn im Mai 1882 bei Dablic.

Nach diesem kann ich auf das eigentliche Thema dieser Abhandlung übergehen.

Untersucht man an Quer- und Längs-Schnitten den Magendarm eines Enchytraeiden, so findet man constant folgende Schichten: Zu innerst ein Flimmerepithel, von dort nach aussen zu Ringmuskelschicht, Längsmuskelschicht und Peritoneum mit Chloragogenzellen. Zwischen Epithel und Ringmuskelschicht erkennt man dann noch einen Blutsinus (ebenso wie bei den Chloraemiden, Serpuliden, Ammochariden und anderen Anneliden). Dieser Blutsinus hat uns näher zu beschäftigen. Zu seiner Untersuchung, wie überhaupt zur Untersuchung des Blutgefässsystems zeigten sich mir einzig solche Thiere brauchbar, die durch plötzliches Uebergiessen einer wässerigen, kalt gesättigten, auf Siedehitze gebrachten Sublimatlösung getödtet waren. Bei diesen hatte das Blut die für die lebenden Thiere normale Vertheilung in den Bluträumen behalten, und war zu einer gleichmässig fein granulirten Masse erhärtet, die eine ganz charakteristische, chamoisgelbe Farbe annahm, wenn man die Thiere 24 Stunden lang in neutralem Pikro-Carmin[1]) liegen liess. Selbst die feinsten Aederchen kann man bei dieser Behandlungsweise durch Schnittserien verfolgen. Der Blutsinus ist überall von einem äusserst feinen, in Schnitten als scharfer, denselben umgrenzender Strich zu erkennendes Häutchen

1) Neutrales Pikro-Carmin: Zu einer Lösung von 2 gr Carmin in 2 gr Ammoniak und 10 gr Wasser giebt man tropfenweise eine concentrirte, wässerige Pikrinsäurelösung bis zur Neutralisation. Ein etwaiger Niederschlag wird abfiltrirt.

ausgekleidet. Am deutlichsten erkennt man dieses an solchen Schnitten, bei denen sich irgendwie das Epithel vom Blutsinus abgetrennt hat. Der Blutsinus umgiebt das Darmepithel nicht derart, dass er es vollständig von den Muskelschichten trennte, wie Vejdovský zeichnet[1]). Durch längsverlaufende Hautsäume (je eine Doppellage des den Blutsinus umschliessenden Häutchens) hängt das Epithel mit den Darmmuskelschichten zusammen. Diese Hautsäume theilen den Darmblutsinus in viele, hart nebeneinander verlaufende Kanäle, die jedoch mit einander in Communication stehen. Der Verlauf der Kanäle gleicht dem der Fäden eines Netzes, welches so in die Länge gezogen ist, dass das Lumen der Maschen vollständig geschwunden ist. Oft aber auch treten die Kanäle des Blutsinus weiter aus einander, und in den so entstehenden Zwischenräumen stösst das Darmepithel unmittelbar an die Darmmuskelschichten. In Fig. 1, einem Querschnitt durch den dorsalen Theil des Magendarms von E. hegemon Vejd. im XIV. Segment, sieht man diese Spaltung des Blutsinus in einzelne Kanäle, hier freilich mit noch weiteren Complicationen verbunden. Vom XIII. bis zum XVI. Segment nämlich verdickt sich bei E. hegemon das Darmepithel, und zugleich vertiefen sich die einzelnen Kanäle des Blutsinus in das Epithel hinein. Dadurch, dass ungefähr in mittlerer Höhe dieser längsverlaufenden Vertiefungen der einzelnen Blutsinuskanäle die Seitenwände derselben mehr oder weniger nahe an einander treten, schnüren sich mehr oder weniger selbständige Blutbahnen ab, die genau unter den eigentlichen Kanälen des Blutsinus (Fig. 1 bs.) verlaufen, und deren Querschnitt in Fig. 1 mit bsk. bezeichnet ist. Zugleich ist hier (vom XIII. bis zum XVI. Segment) das Darmepithel von einem dichten System äusserst feiner (0,005 mm dicker) Kanälchen durchzogen, die aus dem Darmlumen in schwacher aber regelmässiger Schrägung von hinten nach vorn in dasselbe eintreten und unter Bogen- und Schleifen-Bildung in demselben verlaufen (Fig. 1 chyl.). Wir haben es hier zweifelsohne mit einer Einrichtung zu thun, die den Uebergang des Nahrungssaftes aus dem Darm in das Blut vermitteln soll, und die ich deshalb ein Chylusgefässsystem genannt habe. Während die Flimmerbewegung der Darmepithelwimpern die festen, unverdaulichen Stoffe der auf-

1) Vejdovský, Monographie der Enchytraeiden. Prag 1879. Taf. XI, Fig. 5 und 6.

genommenen Nahrung nach hinten, dem After zu schiebt, treiben die wellenförmig von hinten nach vorn fortschreitenden Darmcontractionen die aus den Nahrungsstoffen bereitete Nahrungsflüssigkeit, den Chylus, nach vorn. Der Chylus tritt dann in die Chylusgefässe ein und kann von ihnen durch Osmose in's Blut übergehen. Die Chylusgefässe durchbohren die Zellen des Darmepithels, wie man an Schnitten, welche die Darmepithelzellen senkrecht treffen, deutlich sehen kann (Fig. 2). Dieser Fall von Zelldurchbohrung steht bei den Enchytraeiden nicht einzig da. Wie Vejdovský zuerst erkannte, sind auch die Segmentalorgane derselben Complexe solcher von feinen Kanälchen durchbohrter Zellen. Den Uebergang der Chylusgefässe aus einer Darmepithelzelle in eine andere habe ich nicht beobachten können. Ein ähnliches Chylusgefässsystem findet sich bei E. tenuis mihi. Bei diesem Wurm bildet das Darmepithel vom XIII. bis zum Anfang des XVII. Segments regelmässige Längsfalten (Fig. 3). Jeder Blutsinuskanal tritt im XVII. Segment in eine dieser Falten ein und verläuft am Grunde derselben (Fig. 3 bsk.), um im XIII. Segment wieder heraus zu treten. Die Epithelfalten pressen sich über diesen Blutsinuskanälen fest an einander, so dass die letzteren vollkommen vom Epithel umschlossen sind. Auch hier finden wir wieder ein reiches System von Chylusgefässen, die sich durch besondere Regelmässigkeit auszeichnen und sowohl auf Quer- wie auf Längsschnitten recht zierliche Bilder geben (Fig. 3 u. 4 chyl.). Die Zellgrenzen sind an dieser Stelle des Darmepithels von E. tenuis sehr undeutlich (in Fig. 4 habe ich schwache Andeutungen derselben gezeichnet, nicht deutlicher als ich sie erkennen konnte). Erwähnen will ich noch, dass sich die Kerne der Zellen gern dicht an die Chylusgefässe anlagern, wohl nur weil sie zwischen Chylusgefäss und Zellwand eingeengt sind. Besonders bei E. hegemon (Fig. 1 und 2) nehmen sie in Folge dessen oft eine lang gestreckte oder nierenförmige Form an.

Im Anschluss an die Besprechung des Chylusgefässsystems sprach ich in meiner Dissertation die Vermuthung aus, dass auch die charakteristischen Darmorgane von E. leptodera Vejd. und E. ventriculosus D'Udekem die Träger eines solchen Chylusgefässsystems sein möchten. Meine späteren Untersuchungen haben diese Vermuthung nicht bestätigt, wohl aber dargethan, dass diese Organe höchst wahrscheinlich eine ähnliche Funktion besitzen. Die in

Rede stehenden Organe, die beiden Darmanhänge im VII. Segment von E. leptodera und die magenförmige Darmverdickung im VIII. Segment von E. ventriculosus, besitzen, wenn sie auch äusserlich ganz verschieden aussehen, doch einen gleichen inneren Bau. Es sind Darmtaschen, die nach hinten zu durch einen verengten Verbindungsgang mit dem Darmlumen communiciren. Bei E. leptodera sind es deren zwei, die, vom Darme abstehend, frei nach vorn in die Leibeshöhle hineinragen (Fig. 5 dt.); bei E. ventriculosus sind es deren vier, die fest an den Darm angelegt sind (Fig. 6 dt.). Das Lumen der Taschen ist durch vielfache, unregelmässige Faltenbildung der Wandungen eingeengt, so dass eine bedeutende Vergrösserung der Innenfläche statt hat. Der Darmblutsinus geht auf die Taschen über und bildet, indem er die durch die Faltenbildung der Wandungen aussen entstandenen Rinnen ausfüllt, ein dichtes Netzwerk, von dem die Taschen vollkommen umsponnen sind (Fig. 5 u. 6 bsk.). Die Flimmerwimpern, welche die inneren Wände der Taschen besetzen, scheinen degenerirt zu sein; sie stehen spärlich und unregelmässig. Die Aussenseite der Taschen von E. ventriculosus ist dicht mit Chloragogenzellen besetzt, während die Taschen von E. leptodera frei davon sind. Was die Zeichnungen und Beschreibungen Vejdovský's anbetrifft, so kann ich sie nicht mit meinen Befunden in Uebereinstimmung bringen. Die feinen Kanälchen, die Vejdovský im optischen Längsschnitt der Darmverdickung von E. ventriculosus zeichnet [1]), liessen sich wohl mit den in meiner Fig. 6 mit bsk. bezeichneten Blutsinuskanälen identificiren; jedoch die blasige Bindesubstanz in den Darmanhängen von E. leptodera [2]) weiss ich mir nach meinen Präparaten nicht zu erklären. Ich habe stets einen deutlichen Hohlraum gefunden, erfüllt von einer Flüssigkeit, die keinerlei Farbstoffe annimmt, ebenso wie in den Darmtaschen von E. ventriculosus. Ausserdem sind die Falten der Taschenwandung bei den von mir untersuchten Thieren bei weitem nicht so regelmässig wie sie Vejdovský zeichnet. Meine Ansicht über die Funktion der besprochenen Organe habe ich bereits angedeutet. Ich glaube, dass sie dazu bestimmt sind, die durch die Darmpulsationen nach vorn geschaffte Nahrungsflüssigkeit aufzunehmen und deren Ueber-

1) Vejdovský, Monographie d. Enchytraeiden etc. Taf. VI, Fig. 8.
2) Ebendaselbst, Taf. XI, Fig. 4 bl.

gang in das Blut durch ihre innige Verbindung mit dem Blutgefässsystem zu vermitteln. Zur vollständigen Erklärung der Fig. 5 will ich noch Folgendes bemerken. Die Speicheldrüsen von E. leptodera münden, wie man an Querschnittserien genau feststellen kann, und wie auch Vejdovský zeichnet[1]), nicht direct hinter dem Schlundkopf, sondern weiter nach hinten in den Oesophagus ein, jedoch eigenthümlicher Weise nicht symmetrisch zu einander. Die eine mündet hart neben der ventralen, die andere in der dorsalen Medianlinie in den Darm ein. Von hier erstrecken sie sich nach hinten als breite, unregelmässige Stränge, in denen ein feiner, eng gewundener Kanal verläuft. Nach hinten zu werden sie dünner und treten dann durch die Darmmuskelschichten hindurch in den Darmblutsinus ein. Hier verästeln sie sich, die dorsale spärlich, die ventrale reichlicher. Die Verästelungen der ventralen treten dann zum grössten Theil wieder durch die Darmmuskelschichten zurück in die Leibeshöhle hinein, während einige Aeste (Fig. 5 sp.^{I}) im Darmblutsinus blind endigen. Die spärlichen Verästelungen der dorsalen Speicheldrüse endigen ebenfalls blind im Darmblutsinus (Fig. 5 sp.^{II}). Wahrscheinlich entziehen die Speicheldrüsen dem sie umspülenden Blute des Blutsinus Stoffe, die sie zur Bildung ihres Secretes verwenden.

Ich gehe jetzt zur Besprechung des interessanten Darmanhanges von B. appendiculata über. Im VII. Segment geht bei diesem Wurm der weite Magendarm (Fig. 7 md.) in den sehr engen Oesophagus (Fig. 7 oes.) über. Vor diesem Uebergang wuchern aus dem dorsalen Theil des Magendarms zwei schlauchförmige, sich spärlich verästelnde Anhänge heraus, die sich jederseits derartig zusammenlegen, dass sie zwei in der dorsalen Medianlinie hart an einander stossende, compacte, nach vorn in die Leibeshöhle hineinragende Massen bilden, die von dem Peritoneum, das auf sie übergeht, zu einem einheitlichen Ganzen, dem Darmdivertikel, zusammen gehalten werden (Fig. 7, 8 u. 9). Das Lumen der Schläuche (Fig. 7, 8 u. 9 chyl.) steht mit dem Darmlumen in Communication. Zellgrenzen innerhalb der Schläuche konnte ich nicht zur Anschauung bringen. Der Darmblutsinus geht vom Magendarm auf den Divertikel über und durchtränkt sämmtliche Zwischenräume zwischen den Schläuchen mit Blut (Fig. 7, 8 u. 9 bsk.).

---

1) Vejdovský, Monographie d. Enchytraeiden etc. Taf. X, Fig. 2.

An dem vorderen Pole des Divertikels sammelt sich das Blut wieder und geht in das Rückengefäss über, das sich von der Spitze des Divertikels nach vorn durch die Leibeshöhle hinzieht (Fig. 7 u. 9 rg.). Chloragogenzellen bedecken den Divertikel mehr oder weniger spärlich. Die Funktion des Darmdivertikels von B. appendiculata ist meiner Ansicht nach die gleiche, wie die der Chylusgefässsysteme von E. hegemon und E. tenuis, sowie der Darmtaschen von E. leptodera und E. ventriculosus. Der Nahrungssaft tritt in die Schläuche ein und kann von ihnen leicht in das Blut übergeführt werden.

Fassen wir nun einmal zusammen, was die beschriebenen Organe gemeinsames haben und was mich veranlasst, ihnen eine gleiche Funktion zuzuschreiben. Es sind sämmtlich Hohlräume, die mit dem Darmlumen communiciren, seien es nun Systeme gleichmässig weiter Kanälchen oder Taschen mit engem Einführungsgang. Die Einführungskanäle zeigen eine mehr oder weniger stark ausgebildete Schrägung von hinten nach vorn, die dem Eintreten der von hinten nach vorn getriebenen Nahrungsflüssigkeit förderlich ist (die Secretionsorgane, die Speicheldrüsen, münden in entgegengesetzter Richtung in den Darm ein). Die Lage der Organe steht in bestimmter Beziehung zum Ursprung des Rückengefässes, also der Stelle, an der die Darmcontractionen aufhören und in Contractionen des Rückengefässes übergehen. Bei E. hegemon und E. tenuis hören die Darmpulsationen auf (im XVIII. Segment), dicht bevor sie die modificirte Darmpartie erreichen, so dass der Chylus wohl bis zu derselben hin, aber nicht über dieselbe hinaus getrieben wird. Ebenso bei E. leptodera und E. ventriculosus. Da bei diesen nur wenige (2 resp. 4) aufnehmende Oeffnungen sind, so wird auf andere Weise dafür gesorgt, dass der Chylus diese Oeffnungen nicht verfehlt. Gleich hinter diesen Einmündungskanälen verengt sich der Darm dergestalt, dass der von hinten kommenden Chyluswelle kein anderer Weg frei bleibt, als der Eintritt in die Taschen. Am auffälligsten ist diese Darmverengung bei B. appendiculata ausgebildet. Dazu kommt hier noch, dass der verengte Darm (der Oesophagus) gar nicht genau in der Verlängerung des Magendarms liegt, sondern mehr von unten in ihn einmündet. Die Pulsationen gehen in gerader Richtung vom Magendarm auf den Divertikel über und treiben den Chylus geradewegs in die Schläuche des Divertikels hinein.

Schliesslich stehen sämmtliche in Rede stehenden Organe in enger Verbindung mit dem Darmblutsinus, dem Theil des Blutgefässsystems, dem bei den Enchytraeiden zweifellos die Funktion zusteht, die Nahrungsflüssigkeit in das Blut aufzunehmen.

Ich kann diese Abhandlung nicht beschliessen, ohne die Hypothese zu besprechen, die Horst[1]) in Betreff der Verwandtschaft der Anhänge von E. leptodera und Buchholzia appendiculata mit gewissen Organen bei polychäten Anneliden aufgestellt hat. Meine eigenen Untersuchungen beschränken sich auf die sogenannten Herzkörper von Terebellides Stroemii und von Pectinaria belgica. Ich will die Resultate dieser Untersuchungen kurz anführen, um dann auf die Horst'sche Hypothese überzugehen. Der Herzkörper von Terebellides Stroemii ist ein langes, keulenförmiges, mit ziemlich regelmässig rundem Querschnitt versehenes Organ, das sich durch den grössten Theil des Rückengefässes hinzieht. So weit kann ich die Angaben Steen's[2]) bestätigen; was jedoch die innere Struktur dieses Körpers anbetrifft, so stimmen Steen's Zeichnungen nicht mit meinen Befunden überein. Der Körper wird von Zellen gebildet, die in der äusseren Zone lang, spindelförmig, nach innen zu aber mehr rund sind. Die Zellen besitzen deutliche Kerne und sind mit Ausnahme der centralen Partie fest an einander gelegt. Um die Axe des Körpers herum stehen sie lockerer und lassen zwischen sich einen Hohlraum (Fig. 10 hr.). Dieser Hohlraum wird von einer Substanz erfüllt, die fast dieselbe Färbung annimmt wie das Blut (nur um eine feine Nuance heller ist), und in der solche unregelmässige, dunkle Körnchen liegen, wie sie in den Chloragogenzellen der Enchytraeiden vorkommen. Zwischen den Zellen sieht man sehr vereinzelnd noch hellere Räume (Fig. 10 hz.), von denen ich nicht sagen kann, ob es Zellen oder Kanälchen sind. Eine ganz andere Struktur besitzt der Herzkörper von Pectinaria belgica (Fig. 11). Derselbe besteht aus einer compacten, vielfach und unregelmässig gelappten, sich durch den grössten Theil des Rückengefässes hinziehenden, grob granulirten Masse, in die zahlreiche Kerne eingestreut sind. Färbung

---

1) Horst, Ueber ein räthselhaftes Organ bei den Chloraemiden in: Zoolog. Anzeiger Jahrg. 1885, pag. 12.

2) Steen, Anatom.-histol. Untersuchungen von Terebellides Stroemii M. Sars. Jena 1883.

und Granulation des Körpers erinnern an Färbung und Granulation der Chloragogenzellen. Was nun die Ansicht Horst's anbetrifft, so gebe ich mein Urtheil wie folgt ab.

Der Annahme einer Homologie, einer morphologischen Verwandtschaft zwischen den charakteristischen Darmorganen von E. leptodera, E. ventriculosus und Buchholzia appendiculatus mit dem Darmanhang von Brada und selbst mit den Herzkörpern anderer Anneliden (z. B. der oben angeführten) steht nichts entgegen. Man kann sich diese Organe sehr gut aus einander entstanden denken. Von einer durchgehenden Analogie, einer Gleichheit der Funktion, kann natürlich keine Rede sein. Die Funktion der Herzkörper ist, wie ich mit Claparède annehme, derjenigen der Chloragogenzellen gleich, nämlich die Reinigung des Blutes von unbrauchbaren, vielleicht schädlichen Stoffen.

Der Darmanhang von Brada, der morphologisch zwischen den Darmdivertikel von Buchholzia appendiculata und die Herzkörper jener Anneliden zu stellen wäre, steht vielleicht auch der Funktion nach zwischen beiden Arten von Organen. Er vermittelt vielleicht die Aufnahme des Nahrungssaftes und scheidet zugleich die unbrauchbaren Bestandtheile aus.

Figuren-Erklärung auf Tafel XXI.

Wiederkehrende Bezeichnungen.

bg.	= Bauchgefäss.	dt.	= Darmtaschen.
bs.	= Blutsinus.	lm.	= Längsmuskeln.
bsk.	= Blutsinuskanal.	mdm.	= Magendarm.
chl.	= Chloragogenzellen.	oes.	= Oesophagus.
chyl.	= Chylusgefässe.	rg.	= Rückengefäss.
de.	= Darmepithel.	rm.	= Ringmuskeln.

Fig. 1. $\frac{270}{1}$. Enchytraeus hegemon Vejd.; Querschnitt durch den dorsalen Theil des Darmes mit dem Rückengefäss, im XIV. Segm. I = Schnittrichtung der Fig. 2.

Fig. 2. $\frac{270}{1}$. E. hegemon: Flächenschnitt durch das Darmepithel, im XIV. Segm. (Schnittricht. I in Fig. 1).

Fig. 3. $\frac{300}{1}$. E. tenuis mihi; Sector eines Darmquerschnitts aus dem XIV. Segm

Fig. 4. $\frac{300}{1}$. E. tenuis; Axialschnitt durch den Darm im XIV. Segm.

Fig. 5. $\frac{150}{1}$. E. leptodera Vejd.; Querschnitt durch den Darm mit den Darmtaschen im VII. Segm. $sp.^{I}$ = ventrale Speicheldrüse. $sp.^{II}$ = dorsale Speicheldrüse.

Fig. 6. $\frac{150}{1}$. E. ventriculosus D'Udek.; Querschnitt durch den Darm mit den Darmtaschen. Im Rückengefäss erkennt man den Ursprung eines Paares seitlich entspringender Blutgefässe, die, hart an das Rückengefäss angelegt, nach der ventralen Medianlinie desselben gehen, um dann in den Blutsinus überzutreten.

Fig. 7. $\frac{270}{1}$. Buchholzia appendiculata Buchh.; Nebensagittalschnitt durch den Darm mit dem Divertikel im VII. Segm. (Schnittricht. III in Fig. 8 u. 9). I = Schnittricht. der Fig. 8. II = Schnittricht. der Fig. 9.

Fig. 8. $\frac{270}{1}$. B. appendiculata; Querschnitt durch Darm und Divertikel im VII. Segm. (Schnittricht. I in Fig. 7 u. 9). III = Schnittricht. der Fig. 7.

Fig. 9. $\frac{270}{1}$. B. appendiculata; Lateralschnitt (etwas schräg v. hinten unten nach vorn oben steigend) durch den Darmdivertikel im VII. Segm. (Schnittricht. II in Fig. 7). I = Schnittricht. der Fig. 8. III = Schnittricht. der Fig. 7.

Fig. 10. $\frac{280}{1}$. Terebellides Stroemii; Theil eines Querschnitts durch den Herzkörper. hr. = axialer Hohlraum. hr. = heller Raum.

Fig. 11. $\frac{200}{1}$. Pectinaria belgica; Querschnitt durch das Rückengefäss. hk. = Herzkörper.

Fig. 12. $\frac{100}{1}$. Enchytraeus tenuis; Umriss des Gehirns von oben gesehen. cm. = Commissur. $gm.^{I}$ = vorderes Gehirnmuskelpaar. $gm.^{II}$ = hinteres Gehirnmuskelpaar. kn. = Kopflappennerven.

Fig. 13. $\frac{100}{1}$. E. hegemon; Hauptsagittalschnitt durch den Hautmuskelschlauch, einen Rückenporus schneidend. c. = Cuticula.

gr. = granulirte Substanz, die die Längsmuskeln umhüllt um den Porus herum einen Wulst bildend. hp. = Hypodermis. lm.I = röhrenförmige Längsmuskeln. lm.II = bandförmige Längsmuskeln. pt. = Peritoneum. rm. = Ringmuskeln. sz. = Schliesszellen des Porus.

Fig. 14. $\frac{100}{1}$. Pachydrilus Beumeri mihi; Hauptsagittalschnitt durch den Kopf mit dem Kopfporus. gh. = Gehirn. gl. = Geschmackslappen in der Mundhöhle. hp. = Hypodermis. kp = Kopfporus. lh. = Leibeshöhle. md. = Mund.

Studien zur vergleichenden Histologie der Retina.

Von

Dr. **P. Schiefferdecker,** Prosector in Göttingen.

Hierzu Tafel XXII, XXIII und XXIV.

1. Zur Kenntniss des Stützgewebes.

Im Jahre 1877 fand ich bei Untersuchung der Retina eines Kaninchens, deren Elemente durch Behandlung mit Ranvier'schem Alkohol isolirt waren, zufällig Zellen, welche sich als die von W. Müller mit dem Namen der „tangentialen Fulcrumzellen" bezeichneten erwiesen. Die charakteristischen Form- und Lageverhältnisse, welche diese Zellen hier und bei anderen Thieren zeigten, veranlassten mich, die Untersuchung auf Wirbelthiere aller Klassen auszudehnen und auch die Müller'schen Stützfasern, welche ähnlich charakteristische Formen darboten, in den Kreis der Untersuchung hineinzuziehen. Diese Arbeit, welche im Laufe der Jahre mehrfach unterbrochen, doch im ganzen zusammenhängend fortgesetzt wurde, ist nun so weit gefördert, dass ich es wagen zu können hoffe, sie der Oeffentlichkeit zu übergeben, wenngleich ich mir selbst sehr wohl bewusst bin, wie viel Lücken noch auszufüllen sind. Die oft recht grosse Schwierigkeit der Untersuchung, wie die der Beschaffung des Materials mögen zur Entschuldigung für manche Unvollständigkeit dienen.

Die Müller'schen Stützfasern und die tangentialen Fulcrumzellen W. Müller's bilden zusammen den Haupttheil der Stützsubstanz der Retina und erscheinen als morphologisch gleichwerthig. Während die Müller'schen Stützfasern die Retina radiär durchsetzen, liegen die tangentialen Fulcrumzellen parallel den übrigen Schichten der Retina. Demgemäss schlage ich vor, die Namen dieser Zellen zu ändern und die ersteren als „radiäre

Stützzellen", die letzteren als „concentrische Stützzellen" zu bezeichnen. Ich werde mich im Folgenden dieser Namen bedienen, welche mir den Vorzug der Einfachheit und Klarheit vor den bis jetzt üblichen zu haben scheinen, da sie Lage, Zweck und auch Beschaffenheit der zu bezeichnenden Gebilde hervorheben, insofern sie die Zellnatur derselben und ihre Verschiedenheit von Bindegewebszellen betonen. „Tangential" liegen die Zellen, wie schon erwähnt, nicht, sondern „concentrisch".

Beide Zellarten sind von lange her bekannt. Die radialen sind auch im wesentlichen so genau und eingehend beschrieben worden, dass ich die sehr grosse Literatur hier vernachlässigen zu können glaube mit Ausnahme einiger weniger Angaben bei strittigen Punkten. Trotz dieser vielfachen Bearbeitungen scheint mir indess auf manche Dinge, wie z. B. auf die charakteristische Form dieser Zellen noch zu wenig Gewicht gelegt worden zu sein. Allerdings ist ja dabei auch zu berücksichtigen, dass dieses Studium dann erst ein wahres Interesse für den betreffenden Forscher erhalten konnte, wenn man die concentrischen Stützzellen in ausgedehntem Maasse der Beobachtung unterzog. Diese letzteren sind nun aber bis jetzt eigentlich recht stiefmütterlich behandelt worden, woran allerdings wohl mit der Umstand Schuld sein mag, dass sie viel schwieriger zu untersuchen sind, als die radialen und auf senkrechten Schnitten gerade bei den höheren Thieren durchschnittlich nur wenig in's Auge fallen.

Zuerst gesehen sind dieselben wohl von H. Müller, jenem ausgezeichneten Erforscher der Retinastructur. Im Jahre 1851 berichtet derselbe in der physikal.-medicin. Gesellschaft zu Würzburg „Ueber sternförmige Zellen der Retina" (1. 2). Er beschreibt dieselben hier von Knorpel- und Knochenfischen und giebt an, dass man bisweilen zwei Lagen deutlich unterscheiden kann: die eine bestehend aus unregelmässig polygonalen, etwas körnigen Zellen, die durch kurze und zum Theil sehr breite Brücken mit einander so in Verbindung stehen, dass an manchen Stellen bloss Lücken bleiben, die kleiner sind als die Zellen, die zweite zusammengesetzt aus Zellen, deren zahlreiche Fortsätze verhältnissmässig zum Körper sehr entwickelt sind, indem dieser die Breite der stärkeren Aeste manchmal kaum übertrifft und die Länge der letzteren nahe 0,1‴ vom Kern aus beträgt. Die äussersten Zweige dieser Zellen anatomosiren nun ebenfalls und bilden so ein Netz,

durch dessen Maschen die radialen Fasern hindurch treten. Müller führt ferner an, dass bei anderen Fischen an analoger Stelle ein Netz von streifigen Strängen vorkomme, die kaum eine Spur zelliger Natur zeigen und sich mehr wie ein Fasergewebe ausnehmen. Müller lässt es zweifelhaft, ob jene Zellen Nervenzellen seien, neigt indessen mehr dazu, sie dem Stützgewebe zuzurechnen.

Im Jahre 1853 bespricht Müller (3) ebendaselbst wieder diese Zellen und führt an, dass sie in der Zwischenkörnerschicht von Fischen und Schildkröten vorkommen.

In eben diesem Jahre findet Vintschgau (4) auch derartige Zellen, ohne indess soviel von denselben wahrzunehmen, als Müller schon gesehen hatte.

Zu gleicher Zeit beschrieb Leydig (5) Zellen mit vielen Fortsätzen aus dem Auge des Störs als Ganglienzellen. In seiner gleich zu erwähnenden Arbeit ist Müller der Ansicht, dass dieselben nicht Nervenzellen gewesen seien, sondern die von ihm schon gefundenen sternförmigen Zellen mit nicht nervösem Charakter.

Im Jahre 1856 geht H. Müller in einer grösseren Arbeit (6) über die Retina näher auf die betreffenden Zellen ein und giebt Abbildungen von denselben. Taf. I, Figg. 9—11 zeigen solche vom Kaulbarsch. An Fig. 9 sieht man die beiden schon oben erwähnten Lagen, und Müller fügt die Beobachtung hinzu, dass die schlankeren, ein weitmaschigeres Netzwerk bildenden Zellen, die innere der beiden Lagen einnehmen. Vom Barsch wird eine ähnliche Zelle abgebildet. „Bei einigen Fischen“, sagt H. Müller (6, pag. 19), „(z. B. Cyprinus barbus, Leuciscus) findet sich an analoger Stelle ein dichtes Netz von streifigen ramificirten Strängen, 0,002—0,006 mm breit, welche ähnliche Lücken lassen wie jene Zellen, an denen aber eine Zusammensetzung aus Zellen kaum zu erkennen ist, obschon einzelne dickere Stellen den Zellenkörpern zu entsprechen scheinen. Bisweilen fand ich ein solches Netz von Strängen neben deutlichen Zellen. Bei Rochen und Haien sind den oben beschriebenen ähnliche zum Theil kolossale Zellen sehr deutlich“. „Wenn demnach das Vorkommen solcher Zellen in der angegebenen Schicht (Zwischenkörnerschicht) bei Fischen allgemein zu sein scheint, so ist es auffallend, dass evident ähnliche Zellen mir bis jetzt ausserdem nur bei Schildkröten vorgekommen sind, wo sie ebenfalls mit vielen und langen Fortsätzen versehen sind, deren Anastomosen

ich übrigens dort noch nicht gesehen habe." In Hinsicht auf die Bedeutung der Zellen glaubt Müller nicht, dass sie nervös seien. Als Beispiel für die Zellen bei den Schildkröten bildet er solche von Chelonia Midas ab und bemerkt dazu in der Erklärung der Abbildungen ausdrücklich, dass ein Kern hier nicht zu sehen war. In einer Anmerkung (6, pag. 35) sagt er: „Bowman giebt an, bei den Schildkröten besonders schön die Nervenzellen mit Fortsätzen gesehen zu haben. Vielleicht hat er diese Zellen mit darunter begriffen."

Max Schultze (7) bestätigt 1859 das Vorkommen der Zellen bei Fischen, und giebt Abbildungen derselben auf einem Querschnitt der Retina (Fig. 5 f) und von der Fläche gesehen (Fig. 6) von Raja clavata. Doch geben seine Beobachtungen nicht ein so genaues Bild der wirklichen Verhältnisse der Zellen wie die so ausgezeichneten von H. Müller.

Bei seiner Untersuchung der Froschretina fand Manz (8) 1861 in der Zwischenkörnerschicht Zellen von der Grösse und Form der äusseren Körner, welche manchmal eine einfache recht regelmässige Reihe bilden. Nach seiner Beschreibung und Abbildung zu schliessen werden diese Zellen wohl concentrische Stützzellen gewesen sein.

Heinemann (9) macht 1864 Mittheilungen über den Bau der Vogelretina und erwähnte dabei (pag. 258) „an die äussere Körnerschicht stossende kleine Zellen mit körnigem Inhalt", von denen er meint, dass sie wahrscheinlich den von H. Müller bei Fischen beschriebenen grossen Zellen analog seien.

Steinlin (10) giebt 1865 eine genauere Beschreibung nebst Abbildung dieser Zellen bei Fischen, ohne indess mehr zur Kenntniss zu bringen als H. Müller. Auch des Vorkommens der Zellen bei der Schildkröte thut er Erwähnung.

Bei einem Säugethiere, dem Ochsen, fand Kölliker (11) unsere Zellen. Er sagt darüber (pag. 689): „Es fanden sich nämlich hier (in der Zwischenkörnerschicht) wagerecht liegende grössere Zellen mit deutlichen Kernen und ebenfalls wagerecht abgehenden Ausläufern, die auf senkrechten Schnitten wie bipolare Nervenzellen sich ausnahmen, höchst wahrscheinlich jedoch ebenfalls nur der Bindesubstanz der Retina angehören."

W. Krause veröffentlichte 1868 seine Untersuchungen über die Membrana fenestrata (12), worin er die grossen von H. Müller gesehenen Zellen als Membr. perforata zusammenfasste. Genauer

werden wir auf diese Arbeit wegen der darin ausgesprochenen ganz eigenartigen Ansichten über die Retinastructur noch später einzugehen haben.

Landolt (13) bemerkt 1871 in seinen Beiträgen zur Anatomie der Retina von Frosch, Salamander und Triton kurz, dass er die von Manz beschriebenen Zellen und ebenso die nach Krause die Membr. fenestrata bildenden nicht habe finden können.

Beim Pferde wurden die concentrischen Stützzellen dann von Rivolta (14) 1871 gefunden. Diese Arbeit war mir nicht zugänglich. Aus der folgenden (15) ist zu entnehmen, dass Rivolta die Zellen für nervös hielt: „Non esitai un istante a collocarle fra le cellule nervose, poichè la loro forma, il contenuto e la varicosità dei prolungiamenti le identificara no alle cellule nervose."

Wie ebenfalls aus der folgenden Arbeit (15) hervorgeht, leugnete Rivolta, dass in der Retina des Pferdes eine Krause'sche Membrana fenestrata existire „in luogo di tale membrana esiste uno strato di cellule moltipolari, collocate orizzontalmente, che sembrano alquanto appianate. di forma fusiformi, rotonde, stellate, del diametro di 0,016—0,04 mm." (15, pag. 303).

Im darauf folgenden Jahre beschreiben Golgi und Manfredi (15) dieselben Zellen vom Pferde und geben Abbildungen derselben, sowohl von einer frei isolirten Zelle wie eine Flächenansicht eines Stückes der äusseren granulirten Schicht mit der Schicht der concentrischen Stützzellen und einem Theile der inneren Körnerschicht. Die Zellen werden dargestellt und beschrieben als grosse kernhaltige, abgeplattete mit vielen sich theilenden Fortsätzen, die varicös erscheinen, versehene Zellen, deren Fortsätze mit denen benachbarter sich kreuzen und so ein Flechtwerk darstellen. Aehnliche Zellen kommen auch in der Nervenfaserschicht vor. doch sind dieselben viel kleiner und zarter. Golgi und Manfredi weisen die Ansicht von Rivolta, dass die Zellen nervös seien, zurück.

Sodann gedenkt 1874 Schwalbe (16) unserer Zellen ausführlicher und giebt (p. 393) eine Abbildung derselben (Flächenansicht des von den Zellen gebildeten Netzwerkes). Das Präparat wurde gewonnen durch eine Flächenspaltung der Retina des Pferdes nach Behandlung mit verdünnter Chromsäure (ebenso wie bei Golgi und Manfredi), isolirt hat Schwalbe die Zellen nicht. Er sieht auf dem so gewonnenen Flächenpräparate „zahlreiche

nach den verschiedensten Richtungen innerhalb der Ebene der äusseren granulirten Schicht verlaufende sich verfilzende Fasern. Von Stelle zu Stelle sind in dies Flechtwerk schöne, runde, homogene Kerne mit glänzenden Kernkörperchen eingebettet. Dieselben zeigen sich von einer flachen Ansammlung feinkörniger Substanz umgeben, die an ihren Rändern zahlreiche einfache und verästelte Fortsätze abgiebt.“ Schwalbe hält die Zellen nicht für nervös und meint, dass die zahlreichen in der Schicht verlaufenden varicösen Fäserchen nichts mit den Ausläufern dieser Zellen zu thun haben. Er sagt dann ferner: „Dass auch bei anderen Säugethieren die entsprechenden Elemente nicht fehlen, beweist das Vorkommen von Kernen, die nach M. Schultze innerhalb dieser Schicht allgemein, wenn auch spärlich verbreitet sind. Ich habe mich von ihrer Existenz im Auge des Menschen überzeugt.“ Schwalbe giebt dann Abbildungen von den schon H. Müller bekannten Zellen der Fische, und zwar vom Hecht: kernhaltige Zellen mit ganz kurzen Fortsätzen in einer äusseren, kernhaltige Zellen mit längeren Fortsätzen in einer inneren Schicht, in der ersten überall Grenzlinien zwischen den einander berührenden Fortsatzenden sichtbar, in der zweiten die Fortsätze ohne solche ineinander übergehend. Dann endlich beschreibt er noch eine dritte äusserste Lage „auf der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht, die bisher noch nicht bekannt war. Dieselben scheinen mir von der wesentlichsten Bedeutung für das Verständniss der granulirten Substanz überhaupt und stellen sich an Chromsäurepräparaten folgendermassen dar (dazu Figur). In einer dünnen Schicht eines aus feinen mit Körnchen besetzten Bälkchen gestrickten Netzwerks erscheinen kleine kugelige granulirte Kerne ohne Kernkörperchen in ziemlich regelmässigen Abständen von einander eingebettet. Um diese Kerne herum verdichtet sich das Netzwerk jedesmal zu einer feinkörnigen Masse, so dass dadurch das Ganze in einzelne Zellenterritorien zerfällt. Denken wir uns die Kerne hinweg, so haben wir ein Bild, welches dem der inneren granulirten Schicht der Fische nach derselben Behandlung vollkommen gleicht. Wenn wir nun ferner die Ansammlung feinkörniger Substanz um die Kerne dichter, das die Zellterritorien verknüpfende Netzwerk dagegen sehr weitmaschig und spärlich werden lassen, so erhalten wir die Zellen der äusseren granulirten Schicht des Pferdes. Andererseits beweist das von M. Schultze beim Rochen beschriebene Bild, dass

auch die inneren Zellen stellenweise das Bild der granulirten Substanz, so wie ich sie § 18 geschildert habe, darbieten können. Wenn wir ferner wissen, dass die äussere granulirte Schicht sich in ganz ähnlicher Weise bildet, wie die innere (Babuchin), so können wir die Verschiedenheiten beider nur noch darin finden, dass in der äusseren die embryonalen Bildungselemente der granulirten Substanz bei spärlicher Bildung der letzteren wohl erhalten bleiben, stellenweise sogar sich zu wohl charakterisirten Zellen verschiedener Art entwickeln, während in der inneren granulirten Schicht die zelligen Elemente sehr zurücktreten. Mit demselben Recht, wie wir die Hauptmasse der inneren granulirten Schicht für nicht nervös erklärt haben, müssen wir dasselbe auch für die äussere annehmen, trotz der grossen Aehnlichkeit der Zellkerne mit denen von Ganglienzellen. Letztere scheint lediglich ein interessantes Document für die gemeinsame Abstammung der Elemente der granulirten Substanz, sowie der Ganglienzellen der Retina aus demselben vom Keimblatt gelieferten Bildungsmateriale der Netzhaut zu sein."

Im Jahre 1873 schon war die grosse Arbeit von Langerhans (17) über Petromyzon Planeri erschienen. In dieser findet sich auch eine eingehende Beschreibung der Retina. Langerhans beschreibt in dieser eine doppelte Schicht von Ganglienzellen, welche sehr gross und auffallend seien, und zwischen denen eine Schicht von Opticusfasern — secundäre Schicht — eingeschoben sei, so dass diese drei Lagen von aussen nach innen aufeinander folgten, aussen unmittelbar an die äussere granulirte Schicht anstossend, innen an die inneren Körner, auf welche dann die unregelmässig gelagerte primäre Schicht der Opticusfasern gefolgt von der inneren granulirten sich anschlössen. Langerhans schliesst sich in dieser Deutung des Befundes im wesentlichen an M. Schultze an, welcher 1871 eine kleinere Mittheilung über die Retina der Neunaugen gemacht hatte (18).

Gegen diese Auffassung von M. Schultze und Langerhans, dass die ebenbeschriebenen Zellen nervös seien, wendet sich W. Müller 1874. Er ist der erste, welcher die Zellen als eine besondere von der äusseren granulirten getrennte Schicht beschreibt, der er den Namen der „Schicht der tangentialen Fulcrumzellen" giebt. Erst über dieser Schicht (nach aussen vor ihr) findet der Contact der Nervenenden und Sehzellen statt. Bei Petro-

myzon ist die Schicht höher entwickelt, als bei irgend einer der folgenden Wirbelthierklassen, und sie wird dargestellt von zwei Etagen grosser quadratischer Zellen, zwischen welchen eine Schicht ganz flacher, in faserartige Ausläufer sich fortsetzender Zellen gelagert ist. Die Entwicklung dieser zwischenliegenden Zellen und ihre allmähliche Abflachung lässt sich während des Larvenstadiums Schritt für Schritt verfolgen. Weder diese noch die grossen Zellen sind nervös. Bei Petromyzon Planeri besteht ein Zusammenhang der oberen Zellenlage mit dem Fulcrumnetz der Schicht der Nervenansätze, bei Petromyzon fluviatilis und Lampetra fehlt derselbe. „Unter den höheren Vertebraten zeigt nur die Klasse der Fische eine Annäherung in dem Verhalten der Schicht an Petromyzon; die Modificationen des Baues sind aber in den einzelnen Familien so beträchtlich, dass schon aus diesem Umstande sich ergiebt, dass in derselben ein fundamentaler Bestandtheil der Retina nicht gegeben ist. Am nächsten steht dem Befunde bei Petromyzon der Bau der Schicht bei den Percoiden, wie aus der Fig. 7c auf Taf. XIII ersichtlich ist. Die äussere Lage quadratischer, mit grossem Kern versehener Zellen stimmt hier mit der entsprechenden von Petromyzon nahezu überein, die innere Schicht dagegen hat eine Anpassung erfahren, in Folge deren sie aus mehreren Lagen grosser, aber flacher Zellen sich zusammensetzt. Bei den Cyprinoiden und Lophobranchiern sind beide Schichten wieder erkennbar, aber die innere ist weniger entwickelt als bei den Percoiden. Bei den Selachiern sind die quadratischen Zellen überhaupt in Wegfall gekommen, um einer einfachen, stellenweise doppelten Lage grosser, in radialer Richtung mässig abgeflachter, am Rande mit kurzen Ausläufern versehener Zellen Platz zu machen.

Bei den höheren Vertebraten findet sich die ganze Schicht nur in einem Rudiment; ich rechne hierher die einfache unzusammenhängende Lage rundlicher Zellen, welche besonders deutlich bei Reptilien und Vögeln der inneren Fläche der Schicht der Nervenansätze dicht anliegt und am gehärteten Präparate nicht selten durch einen schmalen Raum von den unten liegenden Elementen der Retina getrennt ist.

Ich vermag in der ganzen Schicht weiter nichts zu sehen, als eine Sicherungsvorrichtung, durch welche die zarten Fortsätze der Zellen des Ganglion retinae in ihrer Lage befestigt werden, und bringe damit das Vorhandensein der Lücken in Zusammenhang,

welche zwischen den mächtigen Zellkörpern in fast regelmässigen Abständen angebracht sind."

Etwas früher schon bespricht auch M. Schultze (20) wieder diese Zellen in seinem Aufsatze über die Retina in Strickers Handbuch der Gewebelehre. Er erkennt dieselben als sicher nicht nervös an, und lässt sie in ihrer höchsten Entwicklung bei den Fischen eine nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegene besondere Lage bilden, welche er mit dem in seiner früheren Arbeit (7) bereits sich findenden Namen Stratum intergranulosum fenestratum bezeichnet. „Die Substanz der kernhaltigen und durch Ausläufer anastomosirenden oder wie mit einem Locheisen ausgestossenen Platten besitzt häufig die Structur netzförmig gestrickter (Plagiostomen) oder fibrillärer Bindesubstanz (Perca) und hängt, wie ich gezeigt habe, mit derjenigen der radialen Stützfasern oft direct zusammen. Bei Perca fluviatilis finde ich diese gefensterte Zwischenkörnerschicht aus drei besonderen Lagen zusammengesetzt. Die Mitte nehmen die platten sternförmigen Zellen ein, welche vielfach anastomosiren, deren Ausläufer aber auch ebenso breit wie die Zellen werden können, so dass die Schicht mehr einem Netz breiter, kernhaltiger Fasern gleicht. Dieselbe wird auf der einen Fläche bedeckt von einem Netz dünner, den elastischen Fasern ähnlich sich verzweigender und durchflechtender Fasern, welche in einfacher Lage ein weitmaschiges Geflecht bilden. Auf der anderen Fläche liegt eine dünne Platte scheinbar feinkörniger, mit runden Kernen durchsetzter Substanz von grosser Zartheit, in welcher sich runde Löcher befinden."

Eine genauere Beschreibung dieser Schicht vom Hecht liefert 1874 Reich (21). Er findet hier die Zwischenkörnerschicht aus vier bis fünf Lagen bestehend, von denen die drei oder vier äusseren aus wirklichen Zellen, die innerste aber aus einem Geflechte von band- oder strangartigen Gebilden aufgebaut sind. Die Bestandtheile dieses Geflechts, welches der inneren Körnerschicht anliegt, sind 0,003—0,005 mm (einige auch mehr) breite und bis 0,2 mm lange offenbar platte Stränge, welche stellenweise eine ziemlich deutliche Streifung und an den Enden zuweilen eine mehr oder weniger ausgeprägte Auffaserung zeigen. Ein Kern ist in ihnen sehr selten zu finden. Auf diese folgen nach aussen zwei andere aus sternförmigen, tiefgelappten, einen granulirten Kern tragenden Zellen bestehend, deren oft lange Fortsätze anastomo-

siren und so rundliche oder ovale Lücken zwischen sich lassen. An Querschnitten der Retina erscheinen die Zellen als sehr schmale Streifen mit prominirenden ovalen Kernen. Die Retina spaltet sich leicht in dieser Schicht, welche vielleicht einem Lymphraum analog wäre, der von den beschriebenen Zellen ausgekleidet würde. Durch die Lücken zwischen den Zellen treten alle senkrecht durch die Retina ziehenden Theile, welche die innere und äussere Körnerschicht verbinden. Die nächste Lage, die äusserste der Zwischenkörnerschicht besteht aus Zellen von ganz anderer Art. Dieselben sind grösser, mehr oder weniger polygonal, haben eine beträchtliche Dicke, sind fein granulirt und enthalten einen grösseren, hyalinen, runden oder ovalen Kern mit glänzendem Kernkörperchen. Diese Zellen anastomosiren auch untereinander. Diese Zellen ähneln durchaus Nervenzellen. Ob sie wirklich solche sind, ist nicht möglich zu entscheiden. Verf. hat an Osmiumsäurepräparaten gearbeitet und auch Isolationspräparate angefertigt nach Behandlung mit verdünnter Osmiumsäure durch Schütteln.

Ebenfalls mit der Retina des Hechts beschäftigt sich Retzius in seiner 1871 schon abgeschlossenen, 1881 erst veröffentlichten Arbeit über die Netzhaut (22). Betreffs unserer Zellen sagt er folgendes (p. 93): „Die Zwischenkörnerschicht besteht beim Hecht aus nicht weniger als drei getrennten Lagen, nämlich: zu innerst ein etwas weitmaschiges und dünnes Balkenwerk einander in allen Richtungen kreuzender, recht grober, fast gleich dicker, der Länge nach feinstreifiger Balken, welche wahrscheinlich aus demselben Gewebe bestehen, wie die Stützfasern, dann folgen die von H. Müller beschriebenen eigenthümlichen, grossen, viel verzweigten, kernführenden, feinstreifigen, platten Zellen, welche wahrscheinlich auch zu demselben Gewebe wie die Stützfasern gehören, endlich findet sich nach aussen hin eine Lage feinkörniger Substanz, welche der moleculären Schicht ähnlich ist. Den Verlauf der Kernfortsätze durch die Zwischenkörnerschicht wahrzunehmen ist grossen Schwierigkeiten unterworfen, es gelang mir jedoch, dieselben durch die beiden ersten Lagen dieser Schicht zu verfolgen. Die Fortsätze sammeln sich nämlich zu Bündeln an und dringen durch grössere oder kleinere Löcher hindurch, welche in beinahe gleichen Entfernungen in den Balken- und Zellenlagen vorhanden sind.“

Die 1876 erschienene Arbeit von Krause über die Nerven-

endigung in der Retina, in welcher auch Beobachtungen über unsere Zellen sich vorfinden, werde ich mit den anderen Arbeiten dieses Autors gemeinsam später besprechen.

Eine kurz mitgetheilte Beobachtung, welche vielleicht auf concentrische Stützzellen zu beziehen ist, veröffentlichte 1875 Ewart(24). Er sagt, dass er an derselben Stelle, an der Schwalbe vom Hecht eine Schicht von grossen flachen kernhaltigen Zellen (in der Substanz der äusseren granulirten Schicht) beschrieben habe, eine Schicht, deren Zellen eine entschiedene Aehnlichkeit mit den von Schwalbe beschriebenen hätten, bei einem Hühnchen gefunden habe. An manchen Stellen des Präparats habe er sogar den Eindruck erhalten, dass zwei solche Zellschichten vorhanden seien, welche dann wohl entweder auf beiden Seiten der äusseren granulirten Schicht oder in deren Substanz liegen müssten.

Merkel (26) erwähnt 1876 in seiner Arbeit über die menschliche Retina die concentrischen Stützzellen nur kurz, indem er hervorhebt, dass solche in der menschlichen Retina sicher nicht vorhanden seien. Beim Rinde habe er sie auch gesehen, ähnlich wie Rivolta, Golgi und Manfredi, sowie Schwalbe sie vom Pferd beschreiben (p. 20, 21).

Merkel war so freundlich, mir Zeichnungen zur Verfügung zu stellen, auf denen nach früher von ihm angefertigten Präparaten derartige Zellen auf Quer- und Flächenschnitten der Retina von Rind und Hecht zu sehen waren.

Ranvier (25) beschreibt 1882 an der äusseren granulirten Schicht drei verschiedene Lagen kernhaltiger, nicht nervöser Zellen (p. 974—76):

1) Cellules basales externes, welche an der äusseren Grenze der Schicht zwischen den Stäbchen und Zapfenfasern liegen. Sie werden abgebildet und beschrieben zunächst vom Gecko, doch wird bemerkt, dass sie auch bei anderen Thieren vorkämen, z. B. Pelobates (auch Abbildung), Frosch. Nach den Abbildungen liegt eine Reihe von grossen, mehr rundlichen als ovalen Kernen der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht entweder unmittelbar an, oder in der Nähe derselben.

2) Cellules basales interstitielles, welche in der Dicke der Schicht liegen. Sie werden als grosse rundliche Zellen mit sehr grossen Kernen von Pelobates abgebildet, doch wird angegeben, dass man dieselben auch öfters beim Frosch antrifft.

3) Cellules basales internes, welche an der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht (plexus basal nach Ranvier) anliegen und den von H. Müller früher beschriebenen Zellen entsprechen. „Chez ces animaux (perche, brochet) les cellules basales internes forme deux couches distinctes, qui se montrent très nettement sur des coupes de la rétine faites perpendiculairement à sa surface ....la plus externe de ces couches est formée de cellules rélativement épaisses, l'autre de cellules minces. Dans les préparations obténues par dissociation . . . ces cellules se montrent étoilées, ramifiées, anastomosées les unes avec les autres de manière à constituer un réseau élégant, comparable à celui que forme les cellules basales de l'épithélium olfactiv.“ Auch bei der Katze finden sich ähnliche Zellen, welche aber in einer Schicht liegen und auf dem Querschnitt ziemlich weit von einander entfernt erscheinen, isolirt man sie nach Maceration in Drittelalkohol, so sind es „cellules élégantes, munies d'un très grand nombre de prolongements aplatis et ramifiés.“

Im Jahre 1883 erwähnt Schwalbe (27) in einem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane kurz das Vorkommen der betreffenden Zellen, ohne näher auf die Frage einzugehen (pag. 102).

In demselben Jahre giebt A. Dogiel (28) eine eingehende Beschreibung des Baues der Retina beim Stör. Er unterscheidet in der Schichteintheilung der Retina eine besondere „Schicht der sternförmigen Zellen“, welche zwischen der „Schicht der Nervenansätze“ und der „mittleren gangliösen Schicht“ resp. durch diese hindurch bis zur „Schicht des Neurospongium“ reicht, und in dieser „Schicht der sternförmigen Zellen“ lässt er liegen: eine doppelte Lage der sternförmigen Zellen und die tangentialen Fulcrumzellen von W. Müller. Er sagt pag. 462: „Die Schicht der sternförmigen Zellen ist doppelt, d. h. besteht aus zwei Lagen flacher Zellen. Die obere (äussere) Lage liegt unmittelbar unter der Schicht der Nervenansätze, die untere (innere) liegt dem Neurospongium auf. Beide Lagen sind durch einen breiten Zwischenraum getrennt, verbinden sich aber durch Queranastomosen, die den Zwischenraum überbrücken (Fig. 1, z).“ Die Zellen der oberen Lage werden beschrieben und abgebildet als grosse, flache, kernhaltige Gebilde mit breiten, aber kurzen Fortsätzen und concaven Rändern. Die Fortsätze benachbarter Zellen stossen in einer leicht gezackten Linie unmittelbar aneinander; diese Grenzlinie kann durch Silber

deutlicher gemacht werden. Die Zellen der unteren (inneren) Lage sind ausgesprochen sternförmig, mit zahlreichen sich theilenden, vielfach in dünne Fasern auslaufenden Fortsätzen, die mit benachbarten anastomosiren. Die Zellen sind kernhaltig. Durch Silber sind keine Zellgrenzen nachzuweisen. In dem Raum zwischen beiden Lagen befinden sich grössere Lymphräume, die an gehärteten Präparaten mit feinkörnig geronnener Lymphe erfüllt sind. „Hier sei (pag. 464) nur noch erwähnt, dass man an Retinaschnitten in der geronnenen Lymphe ziemlich grosse, ovale Kerne sieht (Fig. 1, l), die manchmal in ziemlich gleicher Entfernung von einander liegen, streckenweise aber ganz fehlen (Fig. 1, k). Sie gehören flachen Zellen an, deren Grenzen durch die geronnene Lymphe verdeckt werden und entsprechen den tangentialen Fulcrumzellen W. Müller's. Als viereckige, kernhaltige Platten, wie sie W. Müller bei Petromyzon und Salensky beim Sterlett zeichnen, erscheinen sie nur, wenn das Gewebe in Alkohol geschrumpft ist; an Osmiumpräparaten sieht man solche Platten niemals. Ueber die Form dieser Zellen kann ich keine bestimmten Angaben machen, glaube aber, dass sie an der Wandbildung der beschriebenen Lymphräume participiren."

In seiner Untersuchung über die Retina des Menschen beschreibt A. Dogiel (29) dann 1884 Zellen, welche nahe der Schicht der Nervenansätze liegen und multipolar sind, indem sie mehrere peripherische und einen centralen Fortsatz besitzen. Ich werde auf diese Arbeit bei der Besprechung meiner Funde noch genauer einzugehen haben.

W. Krause's letzte Arbeiten über unseren Gegenstand (30, 31) will ich theilweise im Zusammenhange mit seinen früher erwähnten Publikationen, theilweise bei Beschreibung der einzelnen von mir gemachten Beobachtungen besprechen.

Endlich habe ich noch zu erwähnen, dass Herr Dr. Nordenson, welcher hier in Göttingen seit längerer Zeit über die Anatomie des Auges arbeitet, mir mündlich die Mittheilung machte, dass er die betreffenden Zellen bei mehreren Säugethieren und dem Menschen gefunden habe, und auch die Güte hatte, mir seine Präparate zu zeigen und theilweise zur Benutzung zu überlassen.

Ich habe dann selbst eine vorläufige Mittheilung über die Resultate meiner Arbeit 1884 veröffentlicht (32). Derselben sollte eigentlich damals die Veröffentlichung der Arbeit auf dem Fusse

folgen, durch besondere Verhältnisse einerseits aber und durch weitere Ausdehnung der Untersuchung nach bestimmten Richtungen hin andererseits, sind mehr als zwei Jahre seit der Veröffentlichung jener vergangen. Die damals veröffentlichten Resultate sind jetzt, wie man sehen wird, in mancher Hinsicht vermehrt und in mancher modificirt worden.

Wie man aus dieser Uebersicht der einschlägigen Literatur ersieht, waren die concentrischen Stützzellen wohl vielfach gesehen worden, auch bei Wesen aus allen Klassen aufgefunden worden, doch fehlte bis jetzt noch ein Zusammenhang zwischen diesen Funden, die immer mehr oder weniger individuell genannt werden konnten. Die beiden einzigen Forscher, welche einen Versuch gemacht hatten, einen allgemeineren Zusammenhang festzustellen, W. Müller und W. Krause, hatten zu wenig untersucht und theilweise auch das gefundene nicht richtig gedeutet. Ich will nun in dieser Arbeit den Versuch machen zu zeigen, dass wir hier in den concentrischen Stützzellen ein Zellsystem vor uns haben, welches ein sehr charakteristisches für die Retina und für jede Gattung ist und sich in seinen Hauptbestandtheilen durch alle Klassen der Wirbelthiere verfolgen lässt.

Ueber die von mir zu diesen Untersuchungen benutzte Technik habe ich Folgendes anzugeben:

Da es nothwendig war, Zellen in ihrer Grösse und Form zu betrachten, welche mitten in der Retina eingebettet lagen, so war es vor allem nöthig, eine gute Isolationsmethode zu haben. Als solche benutzte ich zuerst das Einlegen in Ranvier'schen Alkohol; bald fand ich aber, dass eine andere Flüssigkeit mir für die meisten Augen bessere Dienste leistete. Dieselbe war folgendermaassen zusammengesetzt:

Aq. dest.	20	Vol. Th.
Glycerin	10	„ „
Methylalkohol	1	„ „

Ich will diese Mischung der Kürze halber „Methylmixtur“ nennen. In ein mässiges Quantum dieser wird das aufgeschnittene Auge oder die Retina allein hineingelegt und bleibt darin mehrere Tage. Wie lange, richtet sich leider ganz nach dem individuellen Falle. Sei es nun, dass ich diese Mischung oder den Ranvier-schen Alkohol benutzte, jedenfalls wurde an dem geeignet erscheinenden Zeitpunkte ein Stückchen Netzhaut herausgenommen und

in wenig Wasser in einem Reagenzglase geschüttelt. Ist die Retina richtig erweicht, so zerfällt sie mässig leicht in ihre Bestandtheile. War dieser Zerfall eingetreten, so wurde das Reagenzglas in ein Uhrschälchen entleert, und in dieses noch einige Tropfen von Glycerin und von einer kalt gesättigten wässerigen Lösung von pikrokarminsaurem Natron[1]) hineingethan. Dann wird alles zur besseren Mischung mit einer Nadel durchgerührt und das Uhrschälchen in einen Schwefelsäure-Trocken-Apparat gestellt. Hier dunstet dann bald das Wasser ab, und die isolirten Retina-Elemente bleiben schön gefärbt in rothem Glycerin liegen und können darin beliebig lange Zeit aufbewahrt werden.

Hat man den Zeitpunkt für das Herausnehmen aus der Mixtur richtig getroffen, so kann man sämmtliche Elemente der Retina (nur die Stäbchen und Zapfen sind in ihrer Form stärker verändert) wohl erhalten und isolirt finden. Es kann aber auch leicht vorkommen, dass eine ganze Anzahl derselben gut isolirt erscheint und manche dagegen sich so gut wie gar nicht isolirt haben. So ist man dann öfters genöthigt, neue Präparate einzulegen und auf's neue zu probiren. Ich habe von dieser Launenhaftigkeit der Isolirmethode, wenn ich dieses eigentlich ganz falsche Wort hier gebrauchen darf, öfter sehr eklatante Beispiele gehabt, und bin bis zuletzt meines Erfolges nie sicher gewesen. Selbstverständlich ist es ausserdem natürlich, dass die Theile ganz lebensfrisch in die Mischung kommen müssen, wenn man wirklich gute Präparate haben will, aber diese Bedingung gilt ja für alle histologischen Untersuchungsmethoden.

Zum Härten der Augen wurde Müller'sche Flüssigkeit, Chromsäure 1 : 600 und Acet. pyrolignos. 1 Th. zu 3 Th. Aq. destill. angewendet. Ich möchte letzteren Stoff empfehlen, er liefert sehr klare Bilder mit im ganzen wenig Veränderungen der Elemente. Bei Augen kleinerer Thiere ist auch die Ranvier'sche Methode: kurzes Härten in Osmium resp. Osmiumdampf und dann Müller'sche Flüssigkeit recht gut. Recht wichtig scheint es mir zu sein, das Auge womöglich nicht zu öffnen, bis es gehärtet ist, was bei kleineren und mittleren Augen auch ganz gut auszuführen geht.

Um das Auge zu schneiden, wird es am besten in Celloidin

---

1) Dasselbe ist aus Rostock von Herrn Dr. Witte zu beziehen.

eingebettet. Es wird zunächst in der bekannten Weise in absoluten Alkohol und Aether gelegt, und von da in nicht zu dicke Celloidinlösung. Von dieser wird eine grössere Menge zugesetzt. Man schliesst das Gefäss zunächst, um das Auge während einiger Tage von dem Celloidin erst gründlich durchdringen zu lassen, dann lüftet man den Deckel zuerst wenig, in den folgenden Tagen mehr, um ein allmähliches Verdunsten des Alkohol und Aether herbeizuführen und so das Celloidin um das Präparat und dadurch langsam wieder dasjenige im Präparat einzudicken. Ist diese Eindickung soweit vorgeschritten, dass man bei Druck mit der weichen Fingerspitze kaum noch oder gar nicht mehr einen Eindruck in die Celloidinmasse macht, so ist die Masse genügend fest; man giesst nun schwachen Alkohol, vielleicht von 50 %, hinauf, und am folgenden Tage kann man dann die feste Masse mit dem Messer aus dem Gefässe lösen und schneiden. Man bekommt auf diese Weise Präparate, welche schon von Anfang an sehr hart sind, ohne Luftblasen, und bei denen die Retina entweder keine oder nur sehr geringe Veränderungen zeigt. Die Consistenz ist genügend, um mit Alkoholbenetzung des Messers regelmässige Schnitte von 0,01 mm von nicht zu grossen Stücken zu gestatten. Und das ist hinreichend dünn, um alles nothwendig zu sehen.

Paraffineinbettung kann ich für die Retina nicht empfehlen. Dieselbe verändert die Elemente derselben zu stark, um sie für histologische Untersuchungen brauchbar erscheinen zu lassen.

Die Präparate wurden dann entweder ungefärbt untersucht oder mit einem beliebigen Kernfärbemittel behandelt. Auf Differenzialfärbungen habe ich mich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht eingelassen. Mir schien es sicherer, nach Form- und Lageverhältnissen zu urtheilen als nach Farbenreaktionen in einem Organ, in welchem die einzelnen Elemente sich so nahe stehen und über welches ausgedehntere Erfahrungen über Differenzfärbungen noch nicht vorliegen.

Osmiumsäure habe ich als Härtungsmittel so viel wie möglich vermieden, da ich gleich zuerst genügend Gelegenheit zu beobachten hatte, wie leicht dieses Mittel zu Täuschungen Veranlassung bieten kann, indem es manches Vorhandene verschleiert, anderes nicht Vorhandene vortäuscht, beides im Wesentlichen durch seine energische härtende Wirkung mit Gerinnselbildung.

Dass es ausserdem wesentlich das Verständniss erleichtert,

wenn man mehrere verschiedene Methoden bei Augen desselben Thieres anwendet, ist ja selbstverständlich. Ebenso brauche ich wohl die Wichtigkeit von möglichst schief liegenden Flächenschnitten nicht besonders hervorzuheben.

Da es mir in den vorliegenden Untersuchungen nicht nur darauf ankam, die Form und Lage der Zellen, sondern auch ihre Grössenverhältnisse wiederzugeben, so wurden alle Zeichnungen mit dem Winkel'schen Zeichenprisma in ihren Umrissen ausgeführt, und damit die Vergleichung auch für den Leser eine leichte sei, wurden alle wesentlichen Theile bei einer Vergrösserung gezeichnet und überhaupt für die Abbildungen nur möglichst wenig verschiedene Vergrösserungen gewählt.

Bevor ich nun zu der Beschreibung der Stützelemente bei den verschiedenen Thieren übergehe, will ich erst einiges allgemeinere vorausschicken, um unnöthige Wiederholungen zu sparen und das allgemeine Verständniss der Einzelbeschreibungen zu fördern.

Wie leider nur zu wohl bekannt, sind die beiden „granulirten Schichten" ein dunkler Punkt in der Anatomie der Retina. Ich habe mich hier mit ihrer Structur auch nicht weiter beschäftigt und kann nur angeben, dass mir die innere granulirte Schicht je nach der Präparationsmethode und dem Thiere bald mehr körnig bald mehr netzförmig erschienen ist, manchmal so klar netzförmig, dass man nur überrascht sein konnte, in anderen Fällen wieder eine sehr deutliche Granulirung zu sehen. Auf den Zeichnungen ist diese Schicht daher im allgemeinen nur andeutungsweise behandelt worden, da es für die gegenwärtige Untersuchung nur auf die Markirung ihrer Lage ankam. Ganz ähnlich habe ich es mit der äusseren granulirten Schicht gehalten, wiewohl hier gemäss ihrer näheren Beziehungen zu den zu untersuchenden Theilen mehr Rücksicht auf die wesentliche Beschaffenheit zu nehmen war. Auch hier kann ich nur sagen, dass die Schicht bisweilen ausgeprägt körnig erschien, dass bisweilen dagegen nur ganz deutlich eine feine körnige Linie durch die bekannten Fusskegel der Stäbchen und Zapfenfasern gebildet wurde, während das übrige ein Flechtwerk von Fasern zu sein schien. Die hier näher zu behandelnden Stützelemente, die concentrischen Stützzellen, haben, wie ich gleich besonders hervorheben will, mit dieser Schicht, meiner Meinung nach, absolut nichts weiter zu thun, als dass sie zum Theil ihre

Fortsätze in sie hinein schicken. Demgemäss sind diese Zellen auch als eine ganz besondere Schicht abgetrennt von der äusseren granulirten zu behandeln. Diese letztere dient im wesentlichen wohl, wie das ja bekannt ist, zur Endausbreitung der Nervenfasern, bevor sie an die Neuroepithelien herantreten und zur Verbindung mit diesen, wenn man die Enden der Kegel noch mit zu der Schicht ziehen will, was meiner Meinung nach indessen durchaus nicht richtig ist, ganz ähnlich wie die innere granulirte Schicht zur Ausbreitung der Fortsätze der Ganglienzellen und zur Verbindung derselben mit den Fortsätzen der inneren Körner, es sind beides Nervenplexusschichten, daher der Name „Plexus basal" für die äussere durchaus bezeichnend ist. Wie wenig die eigentliche Verbindungsstelle der Nerven mit den Neuroepithelien an den Fusskegeln mit dieser Schicht zu thun hat, sieht man ja schon bei den Thieren, bei denen eine Faserschicht sich zwischen beide einschiebt.

Ferner will ich gleich bemerken, dass ich in der Schicht der concentrischen Stützzellen beim erwachsenen Thier zwei Hauptarten von Zellen unterscheide: kernhaltige und kernlose. Unter den kernhaltigen unterscheide ich wiederum drei Lagen: die äussere, mittlere und innere. Die kernlosen Zellen können ebenfalls in verschiedenen Lagen vorkommen, deren Ort sich dann je nach ihrem Verhalten zu den kernhaltigen leicht bestimmen lässt.

Was die radialen Zellen anlangt, so gehen dieselben bei allen Thieren, die ich untersucht habe, in Uebereinstimmung mit der Ansicht der grossen Majorität der Forscher von der Membrana hyaloidea bis zur Limitans externa. Die Membrana hyaloidea ist eine zum Glaskörper gehörende structurlose Haut, welche den Enden der Stützfasern so nahe anliegt, dass die Grenzen derselben als Abdruck auf ihr zu erkennen sind. Bei der Härtung löst sie sich leicht ab und folgt dem Glaskörper, der durch die Härtung schrumpft. Die inneren Endpunkte der Stützfasern, welche kegelförmig anschwellen, verbinden sich mit ihren Rändern zu einer grossen Endplatte, welche die Retina nach innen hin (natürlich nicht lückenlos) abschliesst: Margo limitans. Jede Stützzelle trägt dann an einer Stelle ihres Verlaufs, gewöhnlich in der inneren Körnerschicht einen Kern, der in einer Verbreiterung der Zelle liegt, und endigt an der Limitans externa, welche wohl als Cuticularbildung aufzufassen ist. Diese letztere bildet ein Netz mit

polygonalen oder kreisförmigen Maschen, durch welche die Neuroepithelien hindurchtreten. Von den Bälkchen treten feine nadelartige Fortsätze ab, welche, zwischen den Neuroepithelien gelegen, diese umgeben. Ob man diese feinen Nadeln als Enden der Verzweigungen der Stützzellen aufzufassen hat, welche die Cuticula durchbohren, oder ob sie zu vergleichen sind den Flimmerhärchen, welche auf dem Cuticularsaum einer Flimmerzelle aufsitzen, ist schwer zu sagen. Bisweilen hat es den Anschein, als ob sie in der That sich direkt an die Fortsätze anfügend diese fortsetzten, doch scheint mir im ganzen die letztere Auffassung der ganzen Sachlage nach die grössere Berechtigung zu haben.

Gehen wir nun zur Beschreibung der Befunde bei den einzelnen untersuchten Thieren über.

I. Fische.

a) Cyclostomata. Petromyzon fluviatilis.

Von diesem Thiere hatte ich zwei Augen zur Untersuchung, eines von mir vor mehreren Jahren in Methylmixtur eingelegt, aber nicht zu dem richtigen Zeitpunkte zerschüttelt, ein anderes von einem Thiere, welches ganz in Chromsäure gehärtet war, welches ich der Güte von Herrn Prof. Ehlers verdankte. Es liessen sich an diesen beiden Augen indess die meisten wesentlichen Sachen untersuchen.

Taf. XXIII, Fig. 59 giebt den grössten Theil eines Querschnitts der Retina wieder. Wie man sieht, folgt auf die schmale äussere Körnerschicht und die als feiner Streifen angedeutete Schicht der Enden der Neuroepithelien zusammen mit einigen nicht näher erkennbaren Dingen, welche als äussere granulirte bezeichnet sind (die letztere ist als Schicht bei Petromyzon kaum zu erkennen), eine Schicht von mächtig grossen Zellen, polygonal von Gestalt, oft mehr würfelförmig, und bald darauf eine zweite aus ähnlichen Zellen zusammengesetzt, welche ebenfalls unregelmässig polygonal, manchmal auch mehr kubisch oder parallepipedisch sind. Beide Zellarten sind feinkörnig und besitzen grosse Kerne mit Kernkörperchen. Dicht an der äusseren Lage finden sich anliegend, zwischen ihr und der äusseren Körnerschicht, mehr oder weniger weit in die granulirte hineinragend kleine mehr spindelförmige Zellen, welche auch häufig in die Lücken zwischen die grossen

Zellen hineinragen. Auch sie zeigen deutliche Kerne. Diese drei Schichten sind die äusseren, mittleren und inneren concentrischen Stützzellen mit Kernen. Die, welche keine Kerne besitzen, liegen bei Petromyzon fluviatilis in zwei Schichten. Die äussere derselben befindet sich zwischen den mittleren und inneren kernhaltigen, die innere an der inneren Seite der letzteren. Beide bestehen aus langen faserartigen Gebilden, von denen die inneren die breiteren sind.

Taf. XXIII Fig. 61 zeigt vier innere kernhaltige Zellen der Fläche nach aus einem Schüttelpräparat. Man sieht, dass die Zellen kurze dicke Fortsätze haben, welche sich an die benachbarter Zellen anlegen, wobei die Zellgrenzen noch deutlich erkennbar sind. Zwischen den Zellen bleiben so Lücken übrig, begrenzt von den Körpern und Fortsätzen und durch diese treten die die Retina radiär durchsetzenden Gebilde. Die Zellen der mittleren Schicht sind ganz ähnlich geformt und aneinander gefügt. Ueber die der äussersten Schicht kann ich nur wenig sagen. Ich habe nur einmal auf einem Isolationspräparat Zellen gefunden, welche ihnen zu entsprechen schienen. Taf. XXIII Fig. 62 zeigt dieselben. Sie erscheinen hier spindelförmig, an beiden Seiten freiendigend. Die Zellen sind so klein und an Schnitten so schwer näher zu untersuchen, dass ich nicht mehr über sie aussagen kann. Auf Taf. XXIII Fig. 60 kann man dann an einem Flächenbilde, welches ebenfalls einem Isolationspräparate entstammt, recht gut die verschiedenen Elemente der beschriebenen vier inneren Schichten miteinander vergleichen. Man sieht von innen auf das Stück herauf, und bemerkt so zu oberst lange faserähnliche Gebilde, welche in der Mitte sich verbreitern. Dieselben sind platt, und zeigen auch bisweilen ausser der mittleren stärksten Verbreiterung noch geringere nach den Enden zu. Dieselben liegen dicht zusammen, sich nach allen Richtungen hin schneidend und bilden so einen Filz mit unregelmässigen Lücken. Im ganzen scheinen dieser Fasern nicht sehr viele zu sein, die Schicht erscheint auf dem Querschnitt recht dünn. Darauf folgen dann die inneren kernhaltigen Zellen, von denen eine ganze Anzahl zu sehen ist. Darauf die kernlosen der äusseren Schicht. Es sind dies noch schmalere Fasern als die der inneren, augenscheinlich nicht so flach, in grösserer Menge vorhanden und sich wiederum nach allen Richtungen verfilzend. Es sind die schmalsten derartigen Gebilde, welche mir unver-

ästelt bei meinen Untersuchungen vorgekommen sind. Auf sie folgen dann noch tiefer liegend einige wenige mittlere kernhaltige Zellen.

Die kernhaltigen Zellen scheinen sich in Bezug auf Grösse einigermaassen nach der Dicke der Retina zu richten, wenigstens gilt das für die mittleren und inneren. Ich habe dieselben am grössten und am meisten parallelepipedisch dicht am Opticuseintritt gefunden, nach den Seitentheilen zu nahm die Grösse ab, und die Form war nicht mehr so regelmässig.

Durch die Lücken zwischen den Zellen treten, wie ich oben schon erwähnte, die radiär verlaufenden Gebilde hindurch. Jene bilden also gewissermaassen die Thore, durch die alles hindurch muss, was aus der inneren in die äussere Körnerschicht will. Demgemäss sieht man häufig die elliptischen äusseren Körner sich diesen Thoren gemäss richten, wie das ziemlich deutlich auch auf der Querschnittszeichnung hervortritt. Ausserdem hängt diese Richtungsnahme allerdings auch wohl damit zusammen, dass durch die Thore die radialen Stützzellen treten und sich kegelförmig von da aus in ihre Aeste auflösen, zwischen denen dann die äusseren Körner liegen. Die letzteren scheinen übrigens bei Petromyzon mitunter auch weit nach diesen Lücken hinzutreten, ja vielleicht noch in dieselben sich hineinzulegen. Es hat mir wenigstens den Eindruck gemacht, als ob die ovalen Zellkerne, welche man häufig am Beginn der Lücke zwischen den mittleren concentrischen Zellen liegen sieht, äussere Körner wären. Bei Petromyzon ist, wie oben schon erwähnt, die äussere granulirte Schicht so wenig ausgebildet, dass man sie als Grenzlinie kaum benutzen kann, und die Elemente liegen im ganzen in der Retina recht unregelmässig. Ich habe die radialen Stützzellen auf den Isolationspräparaten, da diese nicht gut gelungen waren, nicht ordentlich isolirt gesehen, und muss mich daher auf die Schnitte auch in Bezug auf sie beschränken. Danach scheinen es ziemlich dünne glatte faserähnliche Zellen zu sein, deren Kernanschwellung an sehr verschiedenen Stellen liegen kann. Entweder in der inneren granulirten oder an irgend einer Stelle der inneren Körnerschicht. Ob auch zwischen den concentrischen Stützzellen, das war mir nicht möglich zu entscheiden. Es ist dieses eine Eigenthümlichkeit von Petromyzon, die vielleicht auch für die tiefe, ursprüngliche Stellung dieses Thieres spricht, dass eine solche Willkür in dieser

Beziehung herrscht. Es ist ja bekannt, dass nicht nur hierin Petromyzon eine Ausnahmestellung einnimmt, man wird ja auch auf der vorliegenden Zeichnung die dünnen dicht an der inneren Grenze der inneren granulirten Schicht oder in dieser hinlaufenden Bündel der Opticusfasern leicht erkennen und ebenso die ganz unregelmässig durch die innere granulirte Schicht zerstreuten Ganglienzellen. In Bezug auf diese möchte ich indessen doch hervorheben, dass, wie namentlich auch Flächenschnitte lehren, die Mehrzahl der Ganglienzellen in der inneren Partie der inneren granulirten sich befindet und einige auch immer in einem hohlen Raum sich vorfinden, der von den kegelförmigen inneren Enden der Stützzellen gebildet wird. Diese Enden scheinen sich im inneren Theile der inneren granulirten Schicht zu theilen und so in mehreren Aesten schon diese Schicht zu verlassen. In dem eben erwähnten Hohlraum scheinen sich diese Aeste zu kreuzen; ob sie wirklich anastomosiren, konnte ich nicht entscheiden. Schliesslich haben sie jedenfalls kegelförmige Verbreiterungen und verschmelzen. Den Abdruck ihrer verschmolzenen Faserpunkte kann man auf einem kleinen, einem Isolationspräparat entnommenen Stückchen der Membrana hyaloidea sehen in Taf. XXIII, Fig. 63. Man sieht, dass die Felder verschieden gross sind, und es ist wohl möglich, dass die verschiedene Grösse, wenigstens in den Extremen, mit davon herrührt, dass getheilte und ungetheilte Zellenden neben einander liegen. Der eben erwähnte, von den inneren Enden durchsetzte, von dem Margo limitans begrenzte Raum ist derselbe, in welchem sonst Opticusfasern und Ganglienzellen (diese letzteren liegen ja allerdings, wie bekannt, bei allen Thieren theilweise auch in der inneren granulirten Schicht) hinter einander liegen und der im Vergleich mit entsprechenden Räumen am Centralnervensystem von Henle und Merkel (33) seiner Zeit beschrieben worden ist. Uebrigens ist dieser Raum, wie es scheint, auch am grössten in den mittleren Theilen der Retina und nimmt nach den Seiten hin ab, um an der Ora serrata resp. etwas vorher unsichtbar zu werden.

Wie man bei Vergleich leicht sehen wird, stimmt meine Beschreibung und Abbildung in vielen Theilen mit der von W. Krause (31) gegebenen überein, weniger schon mit der unvollständigeren von W. Müller. Nach der Abbildung zu urtheilen, welche W. Krause (31) einer Arbeit von Sacchi von Petromyzon

marinus wiedergiebt, müssen auch bei diesem Thiere die Verhältnisse ähnliche sein.

Maasse:

*) äuss. c. k. Stz.	Länge	ca. 10 μ.
m. „ „ „	Durchm.	„ 14—20 μ.
	Dicke	„ 12—16 μ.
inn. „ „ „	Durchm.	„ 20—27 μ.
	Dicke	„ 12—16 μ.
inn. c. kl. Stz.	Länge	„ 114—156 μ.
	Breite in d. Mitte	6—8 μ.
r. Stz.: Länge ca. 114 μ.		

b) Plagiostomen.

1) Acanthias vulgaris.

Die Verhältnisse der kernhaltigen concentrischen Zellen sind hier denen bei Petromyzon noch ziemlich ähnlich. Man findet wiederum, wie auf Taf. XXIII, Fig. 64, welche einen Theil eines Querschnitts der Retina darstellt, sichtbar, die drei Schichten; die äussersten Zellen habe ich hier nur als Kerne gesehen, welche theils nach aussen von den mittleren, theils in den Lücken zwischen denselben nach dem Ausgange derselben zu lagen; die mittleren sind dicke massige Gebilde, und ähnlich, wenn auch weniger massig, die inneren. Die mittleren Zellen sind hier weniger dick im Verhältniss zur Breitenausdehnung wie bei Petromyzon, man wird das erkennen aus dem Querschnittbilde und aus der Flächenansicht einer solchen Zelle Taf. XXIII, Fig. 66. Der Flächenausdehnung nach sind sie grösser als die von Petromyzon, sie haben wieder kurze Fortsätze, mit denen sie zusammenhängen. An den Berührungsstellen kann man wiederum die Zellgrenzen wahrnehmen. Zwischen den Zellen liegen die bekannten Lücken. Eigenthümlich ist es, dass diese Zellen mitunter, z. B. nach Härtung in Acet. pyrolign. ein sonderbar streifiges Aussehen bekommen, so als wenn sie aus lauter feinen Fädchen zusammengesetzt wären, die sich unter spitzen Winkeln kreuzten. Ein Bild, das sehr erinnert an die bekannten Formen der Art, welche Ganglienzellen häufig darbieten. Bei Alkohol tritt die Erscheinung weniger hervor und noch weniger oder gar nicht bei Müller'scher Flüssigkeit, worin sie einfach körnig aussehen. Das faserige Bild ent-

*) Betreffs dieser Abkürzungen verweise ich auf die Erklärung der Abbildungen.

spricht durchaus dem, welches M. Schultze von den betreffenden Zellen bei Raja clavata giebt. Auch bei Torpedo ocellata habe ich dasselbe beobachtet, hier auch nach Alkoholbehandlung. Wahrscheinlich beruht die scheinbare Faserung auf Faltungserscheinungen der Oberfläche.

Weit mehr verändert sind die inneren Zellen. Sie sind zu platten, vielstrahligen, kernhaltigen Gebilden geworden, mit mächtig langen Fortsätzen, welche sich wiederum mit denen benachbarter Zellen verbinden. An den Stellen, an denen Theilungen der Fortsätze vor sich gehen, zeigt die Zelle gewöhnlich eine leichte Anschwellung. Die zwischen den Fortsätzen bleibenden Lücken sind sehr gross.

Auch hier sieht man vielfach, wie das auch der Querschnitt zeigt, dass die äusseren Körner sich nach den Eingängen der Lücken hin richten. Die Gründe dafür sind wohl dieselben, welche ich oben bei Petromyzon anführte. Ebenso scheint es auch wieder, dass äussere Körner bis in diese Lücken hinabtreten. Von einer äusseren granulirten Schicht ist auch hier wenig zu sehen.

Kernlose Zellen habe ich bei Acanthias nicht auffinden können.

Die radialen Stützzellen sind schön entwickelt. Taf. XXIII, Fig. 65 zeigt eine solche, welche aber etwas vor dem Ende an der Lim. ext. abgerissen ist. Ihr Kern liegt regelmässig in der inneren Körnerschicht. Ihr äusseres Ende ist glatt, tritt durch die Lücken der concentrischen Zellen hindurch, theilt sich dicht an der inneren Grenze der äusseren Körner in eine Anzahl feiner Aeste, welche einen Haufen äusserer Körner zwischen sich fassen, so dass man sehr gewöhnlich auf Isolationspräparaten diesen ganzen äusseren Theil mit Körnern erfüllt findet. Auf der gezeichneten Zelle erblickt man zwischen diesen äusseren Verzweigungen dünne Membranen ausgespannt, welche einen grossen Theil jedes Astes mit dem benachbarten verbinden. Solche Häute sind häufig zu beobachten, kommen aber nicht allen Fasern zu. Sehr eigenthümlich ist das Verhalten des inneren Endes der Zelle. Dasselbe zerfällt nämlich ziemlich bald unterhalb des Kerns in eine Anzahl langer feiner Aeste, welche die innere granulirte Schicht glatt durchsetzen, um dann schliesslich mit kleinen kegelförmigen Anschwellungen oder unten spitz zulaufend zu endigen. Mitunter geht von dem inneren Ende vor der Theilung auch noch der eine oder andere kurze Fortsatz ab, wie auch an der abgebildeten

Zelle einer zu sehen ist. Dass diese Stützzellen mit benachbarten Zellen vermittelst ihrer Fortsätze sich verbinden, habe ich nie beobachtet.

Maasse:

m. c. k. Stz. = Durchm. circ. 60 μ. Dicke 8—10 μ.

r. Stz. = Länge circ. 200 μ.

2) Mustelus vulgaris.

Von diesem Thiere stellte mir Herr Prof. Ehlers gütigst einige Embryonen zur Verfügung, gehärtet in Alkohol. Ich habe ein Auge von einem 215 mm langen Thiere untersucht, und in diesem auf Querschnitten bereits die beiden Reihen der grossen kernhaltigen Zellen deutlich nachweisen können. Die äusseren, kleinen Zellen habe ich nicht gefunden. Die erst erwähnten grossen Zellen waren kleiner als bei den von erwachsenen Exemplaren herrührenden Augen von Acanthias.

Die radialen Stützzellen zeigten hier sehr vielfach (indess durchaus nicht alle) eigenthümliche, platte Verbreiterungen, welche ganz plötzlich aus dem schmalen glatten Körper hervorgingen. Dieselben erschienen leicht granulirt, und auf den ersten Blick sah es öfter so aus, als ob die Zellen mehrkernig wären, da diese körnigen Verbreiterungen den eigentlichen Kernanschwellungen ähnlich sahen. Bei genauerer Untersuchung konnte man aber stets nachweisen, dass nur ein Kern vorhanden war. In Taf. XXIII, Fig. 67 habe ich ein Stück einer solchen Zelle dargestellt.

3) Torpedo ocellata.

Herr Prof. Merkel hatte die Güte, mir mehrere Augen von Torpedo ocellata zur Untersuchung zu übergeben, welche er selbst frisch in Alkohol gelegt hatte. Es liessen sich von diesen Augen auch vermittelst längeren Schüttelns in der Schüttelmaschine Isolationspräparate herstellen.

Taf. XXIII, Fig. 68 zeigt einen Theil eines Querschnitts der Retina. Man sieht die dichte Reihe der äusseren Körner, eine äussere granulirte Schicht ist wie bei Acanthias eigentlich nicht vorhanden. Unmittelbar an den unteren Enden der Körner bemerkt man einige grosse rundliche Kerne, welche in grösseren Entfernungen von einander gelegen sind und im wesentlichen in dem Raum zwischen den unteren Enden der Körner und den grossen kernhaltigen Zellen liegen, diesen ganz nahe kommend,

zum Theil aber auch noch zwischen die Körner hineinragen. Die Entfernungen zwischen den Kernen sind verschieden gross, ungefähr entsprechen sie den Kernabständen der grossen Zellen. Ich halte diese wieder für die äusseren concentrischen Stützzellen. Auf diese folgen die grossen kernhaltigen concentrischen Zellen (mittlere und innere) in den bekannten zwei Lagen. Beide sind sehr platt geworden, der Kern tritt als deutliche Anschwellung über den Zellkörper hervor. Taf. XXIII, Fig. 70 zeigt eine der mittleren Zellen isolirt der Fläche nach. Dieselbe besitzt einen grossen, ungefähr kreisförmigen Kern mit deutlichem Kernkörperchen, einen platten, granulirten Körper und mässig lange Fortsätze, an denen an einer Seite noch Stücke von solchen einer benachbarten Zelle ansitzen. Eine Zelle aus der inneren Schicht, an der ebenfalls noch ein Stück einer Nachbarzelle festsitzt, zeigt Taf. XXIII, Fig. 72. Man sieht, dieselbe ist grösser, mehr in die Länge gestreckt und besitzt längere Fortsätze als die vorige. Taf. XXIII, Fig. 71 lässt dann an einer im Profil gesehenen Zelle, von der ich nicht sagen kann, ob sie der mittleren oder inneren Schicht angehört, wahrscheinlich aber der ersteren, deutlich die Dünnheit der Zellplatte erkennen. Vergleicht man die eben besprochenen Bilder mit denen der Zellen auf dem Querschnittbilde, welches bei derselben Vergrösserung gezeichnet worden ist, so wird man unschwer erkennen, dass die Entfernung der Kerne auf der Querschnittzeichnung mitunter geringer ist, als der Entfernung zweier Zellen entsprechen würde, derartig neben einander gelegt, dass die Enden der Fortsätze sich gerade berührten. Es ist daher wohl wahrscheinlich, dass häufiger die Zellplatten einer Schicht sich über einander schieben, wie wir das deutlich ausgesprochen später wieder finden werden. Ob ausser diesen kernhaltigen Zellen noch andere kernlose existiren, ist mir bei diesem Thiere nicht ganz klar geworden. Wenn solche vorhanden sind, können sie jedenfalls nur ganz gering an Menge sein und müssen sehr feine Fasern darstellen. Auf Taf. XXIII, Fig. 73 sieht man einige Zellen der inneren Schicht von einem Schüttelpräparate und bemerkt, dass über sie hin feine Fasern ziehen, ebenso sieht man faserähnliche Gebilde auf Taf. XXIII, Fig. 69 ebenfalls aus einem Schüttelpräparat, hier unmittelbar anliegend einer äusseren Zelle. Ob diese Fasern nun aber wirklich als kernlose concentrische Zellen aufzufassen sind, oder etwelche andere faserige Gebilde

sind, an denen es ja in der Retina nicht mangelt, das habe ich nicht zu entscheiden vermocht.

Da die Lücken zwischen den Zellen recht gross sind, so ist ein so deutliches Richten der äusseren Körner nicht vorhanden.

Die durch die Lücken tretenden radialen Zellen gehen an ihrem äusseren Ende unter ziemlich spitzen Winkeln in ihre Aeste auseinander, ihre Kerne liegen in der inneren Körnerschicht, durchschnittlich ganz nahe an der inneren granulirten. Ihre inneren Enden zeigen wieder einen frühen Zerfall in einer Anzahl feiner Aeste, welche als solche glatt die granulirte Schicht durchsetzen, um dann am Ende kegelförmig anzuschwellen und zu verschmelzen. Doch scheinen nicht alle Zellen in der Beziehung sich gleich zu verhalten, ich habe wenigstens nach der Ora serrata zu auf Querschnitten auch nicht getheilte Zellen in grösserer Anzahl gesehen.

Maasse:

m. c. k. Stz.: längster Durchm. c. 52 μ.
inn. c. k. Stz.: „ „ „ 73—118 μ.
r. Stz.: Länge 118—101 μ.

c) Ganoidei.

Accipenser sturio.

Von Accipenser sturio habe ich eine Anzahl von Augen untersucht. Taf. XXIV, Fig. 74 und Fig. 75 zeigen Querschnittsbilder eines Theiles der Retina nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit. Man sieht leicht, dass, wie Dogiel (28) richtig angiebt, die äusseren Körner noch theilweise die Limitans ext. überragen, ein Verhalten, das übrigens bei sehr vielen Thieren vorkommt. Auf die Körnerschicht folgt eine im allgemeinen radiär streifige Partie, gebildet durch die Ausstrahlungen der verästigten radialen Zellen und die Enden der Neuroepithelien bis zu der leicht punktirt angedeuteten Reihe der Fusskegel. Ziemlich unmittelbar an dieser anliegend erscheinen dann in vielen Fällen sofort grosse, massige, körnige Zellen mit grossen rundlichen Kernen, an manchen Stellen schieben sich aber noch kleinere Zellen ebenfalls mit grossen Kernen ein, auf welche dann erst jene grossen Zellen folgen. Die granulirte Schicht ist auch hier nur wenig entwickelt. Sehr vielfach liegen diese kleineren Zellen an solchen Stellen, an welchen zwei grosse mit Ausläufern zusammenstossen und so mehr

Platz lassen, da sie an diesen Stellen weniger dick erscheinen. Die grossen Zellen selbst sind ziemlich unregelmässig gestaltet, liegen bisweilen in einer Schicht, schieben sich aber auch übereinander, so dass gewaltige Massen an manchen Stellen entstehen. Diese Anhäufungen können so dick werden, dass dieselben, wie man auf Taf. XXIV, Fig. 75 bemerkt, fast durch die ganze innere Körnerschicht hindurchreichen. Sie reichen aber nicht ganz hindurch, sondern es legen sich auf ihrer inneren Seite noch neue Zellen an, welche dann allerdings ganz hindurchgehen und sich mit Theilen ganz unmittelbar an die innere granulirte anschmiegen. Diese inneren Zellen sehen auf Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit weniger stark granulirt aus, heller, glänzender, wie das etwas stark ausgeprägt, auf den Figuren wiedergegeben ist. Bei Behandlung mit Osmiumsäure sehen übrigens beide Zellarten ziemlich gleich dunkel aus, in Methylmixtur sind die äusseren Zellen grobkörniger als die inneren, welche sehr feinkörnig erscheinen. Diese helleren Zellen sind nun dünner, gestreckter als die vorigen und besitzen lange Fortsätze. Mit diesen reichen sie oft von der inneren granulirten bis an die äusseren Zellen oder deren Nähe hin. Auch diese Zellen besitzen grosse rundliche Kerne mit deutlichen Kernkörperchen. Auf den Abbildungen sieht man mehrfach auch Stücke solcher Zellen, welche, die wunderlichsten Formen bildend, in dem leeren Raume liegen. Dieser Raum zeigt sich nun sehr vielfach bei derartigen Präparaten erfüllt mit einer granulirten Masse, einer geronnenen Substanz, welche auch auf der Abbildung Taf. XXIV, Fig. 74 angedeutet ist. Da die grossen massigen körnigen Zellen oft ähnlich gekörnt sind und sehr dünn durchsichtig auf den feinen Schnittpräparaten, so ist es mitunter gar nicht leicht zu sagen, wo eine Zelle aufhört und die geronnene Substanz beginnt. Diese drei eben beschriebenen Zellarten halte ich nun wieder für die drei Lagen der concentrischen Stützzellen. Dass die mittleren und inneren denselben entsprechen, scheint mir zweifellos zu sein, ein Zweifel könnte nur bestehen betreffs der äusseren. Dogiel (28) giebt in seiner sehr eingehenden Beschreibung der Stör-Retina an, dass an derselben Stelle, an welcher meine äusseren Zellen liegen, sich subepitheliale Ganglienzellen fänden. Es ist der Beschreibung und Abbildung nach durchaus wahrscheinlich, dass er dieselben Zellen meint, wie ich. Er beschreibt sie als mit einer mässigen Anzahl

von Ausläufern versehene Zellen, welche sie nach aussen, innen, und den Seiten hin entsenden. Die seitlichen sind die zahlreichsten, der innere liegt immer mit den Bündeln der Radialfasern zusammen, und kann daher auf Querschnitten nicht gesehen werden und der äussere ist sehr kurz, wird von den Neuroepithelien verdeckt und ist daher auf Querschnitten der Retina auch nicht zu sehen. So erscheinen die Zellen dann auf Querschnitten fortsatzlos, nach aussen convex. Nun ist es ja recht schwer nur nach der Form zu beurtheilen, ob eine Zelle der Retina eine Ganglienzelle ist oder nicht, namentlich bei diesen niederen Thieren, das beweist schon der Umstand, dass so viele Verwechselungen hier vorgekommen sind und die concentrischen Stützzellen zuerst meistentheils für nervöse Gebilde gehalten worden sind. Dass diese Zellen also Fortsätze besitzen und ganglienähnlich aussehen, würde noch kein Grund sein, sie dafür ohne weiteres zu halten. Nun spricht ihre Lage entschieden gegen Gangliennatur, denn der Stör wäre darnach zunächst das einzige Wesen, welches an dieser Zelle Ganglien besässe. Liesse es sich wirklich nachweisen, dass diese Zellen Ganglienzellen sind, so würde es mir in hohem Grade wahrscheinlich sein, dass auch bei anderen Thieren derartige Zellen vorkommen, und dann würden ja die von mir bis jetzt als äussere concentrische Stützzellen beschriebenen Gebilde zunächst in Frage kommen. Nun lassen sich solche aber bei manchen Thieren ganz bestimmt als nicht nervös und zu den concentrischen gehörig nachweisen, bei den bisher beschriebenen ferner haben sie ebenfalls keine besondere Aehnlichkeit mit Ganglienzellen, nur hier beim Stör erscheinen sie diesen ähnlich wegen der Massigkeit ihres Körpers. Diese Massigkeit besitzen aber alle concentrischen Zellen dieses Thieres, und so komme ich denn zu dem Schluss, dass es immer noch das Wahrscheinlichste ist, dass sie zu den concentrischen Zellen zu rechnen sind. Die horizontal verlaufenden Fortsätze würden hierbei durchaus natürlich sein und was den äusseren und inneren Fortsatz anlangt, so ist die Beschreibung derselben eine so seltsame, dass ich mir noch nicht denken kann, dass sie ganz richtig ist. Bei Zerzupfungspräparaten aus Osmium kann man alles Mögliche und Unmögliche zu sehen bekommen, Bilder, die man manchmal mit dem, was man von derselben Retina bei anderen Präparationsmethoden sieht, absolut nicht vereinigen kann, so dass ich es für sehr schwer halte, nach der-

artigen Präparaten auch bei sorgfältigem Arbeiten alles sicher der Natur gemäss festzustellen. Ich habe auf Isolationspräparaten mehrfach kleinere Zellen gesehen, welche mit einer Anzahl feinerer Randfortsätze versehen waren, und die sich von den wirklichen Ganglienzellen ohne Schwierigkeit unterscheiden liessen, doch habe ich nicht die Gewissheit erlangen können, dass diese Zellen auch der Lage nach mit jenen des Querschnitts übereinstimmten. Sie konnten jedenfalls nur kleine concentrische Zellen sein, aber möglicherweise eben auch direkt zu den mittleren gehören.

In Bezug auf die anderen grossen Zellen ist mir die Beschreibung von Dogiel auch nach einer Richtung hin nicht ganz verständlich. Er beschreibt dieselben als sternförmige Zellen in zwei verschiedenen Lagen, wovon die der äusseren Lage kürzere Fortsätze besitzen als die der inneren. Die Fortsätze der Zellen der äusseren Lage legten sich an einander, liessen aber noch Zellgrenzen erkennen; die der inneren gingen unmittelbar in einander über. Ausser diesen nimmt er nun aber noch die „tangentialen Fulcrumzellen“ W. Müller's an, von denen er sagt, dass man ihre Kerne wohl in der geronnenen Lymphe zwischen den sternförmigen Zellen sehen könne, dass es ihm aber nicht gelungen sei, die Form der Zellkörper eben wegen der bedeckenden Lymphgerinnsel zu eruiren. Mir scheint, dass diese sternförmigen Zellen eben die „tangentialen Fulcrumzellen“ sind, und wenn Dogiel noch Kerne in der geronnenen Lymphe bemerkt hat, so sind das höchst wahrscheinlich solche von tangentialen Fulcrumzellen gewesen, deren Grenzen, wie ich oben schon angeführt, in Folge der Lymphgerinnsel oft schwer festzustellen sind, aber diese Zellen sind dann ebenfalls solche sternförmige gewesen. Was nun die genauere Form dieser Zellen anlangt, so habe ich auf Taf. XXII, Fig. 1b eine mittlere abgebildet. Wie man sieht, schliesst sich dieselbe in ihrer Gestalt durchaus den bisher von anderen Fischen beschriebenen an, ist aber weit grösser, und ähnelt auch einigermaassen der Abbildung von Dogiel (28. Fig. 64). Auch dass zwischen den Fortsätzen benachtbarter Zellen bei der Verbindung noch Zellgrenzen sichtbar bleiben, stimmt mit dem oben Gesagten und mit Dogiel's Angabe.

Eine Zelle der inneren Schicht ist in Taf. XXII, Fig. 1a wiedergegeben. Wie man bemerkt, ist die Zelle mächtig gross und hat sehr lange, relativ dünne Fortsätze. Soweit stimme ich auch mit

der Abbildung von Dogiel (28. Fig. 65) ziemlich überein, dagegen finde ich die Zellfortsätze nicht so gleichmässig glatt, wie er sie zeichnet, sondern mit Anschwellungen versehen, namentlich an den Stellen, an denen Aeste abgehen. In dieser Beziehung gleichen diese Zellen sehr denen von Acanthias, bei welchen, wie ich oben hervorhob, auch so sehr lange Fortsätze mit Anschwellungen an den Stellen des Abtritts von Aesten sich regelmässig vorfinden. Nur sind die Zellen des Störs wieder massiger als die des Hais entsprechend dem Typus der anderen. Taf. XXII, Fig. 2 zeigt noch zwei derartige Zellen in Verbindung mit einander. Mit H. Müller möchte ich annehmen, dass die Ganglienzellen, welche Leydig (5. Taf. I. Fig. 5) aus der Stör-Retina abbildet, solche Zellen gewesen sind, die ja in der That gar nicht zu übersehen waren und viel mehr in's Auge fielen als die relativ kleinen, wirklichen Ganglienzellen.

Was die kernlosen concentrischen Zellen betrifft, so habe ich dieselben auf Querschnitten nicht nachweisen können. Eine dicke besondere Lage scheinen sie also nicht zu bilden. Dagegen habe ich auf den zerschüttelten Präparaten aus Methylmixtur zwei Gebilde gefunden, welche durchaus den Eindruck derartiger Zellen machten. Der Leser wird dieses noch mehr finden, wenn er die Formen der entsprechenden Zellen von den noch später zu beschreibenden Fischen vergleichen will. Es sind, wie Taf. XXII, Fig. 3 a. b zeigt, ganz platte, spindelförmige Gebilde, welche in der Mitte eine ziemliche Breite besitzen.

Was die radialen Zellen anlangt, so habe ich von diesen in Taf. XXII, Fig. 4 a. b. c. d vier Formen abgebildet. Wie man bemerkt, sind es im allgemeinen feste, glatte, faserähnliche Gebilde. Die Kernanschwellung liegt, wie die Querschnitte Taf. XXIV, Fig. 74. 75 zeigen, dicht an der inneren granulirten an, das innere Ende durchsetzt glatt und ungetheilt diese Schicht, um mehr oder weniger stark konisch am Ende anzuschwellen. Gewöhnlich ist diese Anschwellung nur nach einer Seite stärker, so dass man auf eine längliche Fussplatte heraufsieht (α), welche scheinbar in der Fortsetzung der Faser liegt. Auch Dogiel bildet (28. Fig. 62) die Fussplatten an der Limitans so in die Länge gezogen ab. Am äusseren Ende theilt sich die Zelle, an der Oeffnung der Lücke zwischen den concentrischen Zellen angelangt, in eine Anzahl kurzer Aestchen, welche die kurze Strecke bis zur Limitans mehr

oder weniger schräg durchlaufen. Da die mittleren concentrischen Zellen relativ sehr gross sind, so sind die Lücken ziemlich weit von einander entfernt. Daraus folgt, dass diejenigen radialen Zellen, welche nach den Partieen der Limitans hinlaufen, welche etwa der Mitte einer solchen Zelle entsprechen, bei der sehr geringen Entfernung des Limitans von den concentrischen Zellen seitlich ausserordentlich stark umbiegen müssen, um zu ihren Endpunkten rechtzeitig zu gelangen. Dadurch kommen jene Arcadenbildungen zu Stande, welche auch Dogiel hervorhebt. Dass bei diesen Arcaden die benachbarten Zellen anastomosiren, habe ich aber nie bemerkt, und auf den Isolationspräparaten hätte man doch Andeutungen davon finden müssen, wenn solche Anastomosen in Wahrheit beständen. Dass die Stützzellen sehr häufig in engen Gruppen zusammenliegen, wie es Dogiel beschreibt und abbildet, kann ich bestätigen, es ist das ziemlich natürlich, da sie mit ihren äusseren Enden durch eine relativ kleine Oeffnung hindurchtreten müssen. Ich habe indessen auch Stellen der Retina gesehen, wo sie wohl nahe aneinander lagen, aber doch nicht solche ausgeprägten Bündel bildeten. Es kommt eben augenscheinlich beides vor.

Einer Eigenthümlichkeit der radialen Stützfasern habe ich hier dann noch Erwähnung zu thun, die ich bis jetzt nur beim Stör gefunden habe. Von der Stelle der Kernanschwellung nämlich gehen vielfach feine Fasern aus, welche nach innen ziehend jedenfalls in die innere granulirte Schicht eintreten müssen, da ja die Kerne dieser Schicht schon dicht anliegen oder doch in ihrer Nähe sich befinden. Dabei kann nun die Kernanschwellung auch mehr oder weniger stark als Fortsatz aus der Faser hervorragen, so dass unter Umständen ein längeres Stück zwischen dem Kern und dem faserähnlichen Hauptzellkörper sich einschalten kann. Taf. XXII, Fig. 4a zeigt eine Zelle, bei der nur wenige Fäserchen von der sonst ganz wie gewöhnlich aussehenden Zelle abtreten; denkt man sich diese fort, so erhält man eine radiale Stützzelle, wie sie meistens beim Stör vorkommt. In 4b ist der Kern schon weiter herausgerückt, noch mehr in 4c und Fig. 4d zeigt einen deutlichen langen Stiel. Da ich diese eigenthümlichen Fäserchen sonst, wie gesagt, noch nicht gefunden habe, so vermag ich eine Deutung derselben nicht zu geben. Die einzigen nicht nervösen Gebilde, welche sonst Fortsätze in die innere granulirte Schicht hineinsenden, sind ja die sogenannten Spongioblasten. Ob

solche beim Stör vorhanden sind, ist nicht leicht zu sagen. Man sieht in der inneren Körnerschicht überhaupt nur wenig Körner, wie das auch Dogiel angiebt. Ueber die Bedeutung der Spongioblasten weiss man noch nichts, in Folge dessen ist es auch nicht möglich zu sagen, ob man annehmen kann, dass sie durch derartige Anhänge an Stützzellen vertreten werden.

Maasse:

m. c. k. Stz.: längster Durchm. c. 85 μ.
inn. c. k. Stz.: „ „ „ 174—414 μ.
c. kl. Stz.: Länge: 114—160 μ, Breite: 12 μ.
r. Stz.: Länge 104—127 μ.

Andere Ganoiden standen mir leider zur Untersuchung nicht zu Gebote.

d) Dipnoi.

Von Herrn Prof. Ehlers wurden mir je ein Auge von Ceratodus und Protopterus zur Verfügung gestellt. Dieselben waren in schwachem Alkohol conservirt, und wenn sie auch nicht für alle Details einer Retina-Untersuchung zu benutzen waren, so waren sie doch hinreichend gut conservirt, um das für die vorliegende Untersuchung nothwendigste constatiren zu lassen.

1) Ceratodus Forsteri.

Aehnlich wie Torpedo sich an Acanthias anschliesst, scheint es Ceratodus in Bezug auf den Stör zu thun. D. h. während die übrigen Retina-Elemente (z. B. die Stäbchen und Zapfen) noch ganz den Typus der Ganoiden zeigen, haben sich die kernhaltigen concentrischen Stützzellen aus jenen massigen Elementen des Störs zu platten, zarteren Gebilden umgewandelt und wie bei Torpedo, so treten auch hier die äusseren concentrischen Zellen jetzt als grosse runde Kerne deutlich hervor. In Folge der Art der Conservirung des Auges habe ich die einzelnen Elemente nicht gut isolirt sehen können, indessen so weit man die Formen der Zellen nach Flächenschnitten beurtheilen konnte, war auch insofern eine Annäherung an die Formen von Torpedo zu bemerken, als die inneren Zellen nicht so sehr gross waren, und somit der Unterschied in der Grösse der mittleren und inneren nicht so bedeutend wie beim Stör. Also auch in dieser Hinsicht steht Torpedo dem Hai ganz ähnlich gegenüber wie Ceratodus dem Stör. Wie man

auf Taf. XXIV, Fig. 79, welche ein Stück eines Querschnitts der Retina darstellt, und auf Tafel XXIV, Fig. 80, welche ein Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparat wiedergiebt, leicht erkennen wird, liegen die mittleren und inneren concentrischen Zellen einander ziemlich dicht an, und ebenso fügen sich aussen unmittelbar die grossen Kerne der äusseren Zellen an, welche hier schon fast ganz zwischen die Endpartieen der Neuroepithelien hineinragen. In der That geht die Grenzlinie der Basen der Fusskegel der Sehzellen derartig an den Kernen vorüber, dass nur ein kleiner Theil nach innen darunter hervorragt. Es ist dieses Verhältniss also auch ähnlich wie beim Stör, bei dem die Zellen verschieden weit in die Schicht der Sehzellen hineinragten, aber immer noch mit ihrem inneren Ende, mit dem sie ja den mittleren Zellen unmittelbar anlagen, daraus hervorragten.

Ob hier kernlose Zellen vorhanden sind, ist mir wieder zweifelhaft geblieben. Es ist die Feststellung derselben, wenn sie nicht in dicken Schichten vorkommen, immer sehr schwer, wenn man nicht gute Isolationspräparate anfertigen kann, und auch mit Hülfe dieser ist der Nachweis oft noch recht mühsam und zeitraubend. So kann ich darüber nur sagen, dass ich bisweilen faserähnliche Bildungen, welche eventuell als solche gedeutet werden konnten, bemerkt habe, so auch auf jenem Stückchen, welches Taf. XXIV, Fig. 80 abgebildet worden ist, zwischen äusseren concentrischen Zellen und mittleren. Doch kann ich Sicheres darüber nicht aussagen.

Die radialen Zellen sind hier ganz auffallend breite hautartige Gebilde, wie man auf beiden Abbildungen wird erkennen können. Sie sind schleierartig zart, und theilen sich nach dem Durchtritt durch die Zelllücken in eine Anzahl sehr breiter, aber ebenso platter Zacken mit stark ausgerundeten Winkeln, welche zwischen den Sehzellen aufsteigen. Ihre Kernanschwellungen liegen in der inneren Körnerschicht verstreut, im Ganzen ungefähr in der Mitte derselben. Ihre inneren Enden scheinen ungetheilt zu verlaufen.

Wie man auf beiden Zeichnungen bemerkt, sind die Elemente der Retina sehr gross. Die Innenglieder der Stäbchenzellen erscheinen zum grossen Theile stark aufgequollen, wohl als Folge der mangelhaften Conservirung. Die Zapfen besitzen Oeltropfen wie die des Störs.

2) Protopterus annectens.

Dieses Thier ist sehr interessant, da es auch in seiner Retinaformation den direkten Uebergang von den Fischen zu den Amphibien bildet. Die Elemente der Retina, namentlich auch ihre Kerne, sind mächtig gross. Die Stäbchen und Zapfen schliessen sich noch ganz an Ceratodusformen an. Die Schichten der concentrischen Zellen zeigen auf's Deutlichste den Amphibientypus, wie wir ihn später noch genauer kennen lernen werden. Man bemerkt bei diesem Thier (siehe Taf. XXIV, Fig. 76, welche einen Theil eines Querschnittes der Retina darstellt) zuerst eine deutliche breite Schicht, welche ihrer Lage nach als äussere granulirte zu bezeichnen wäre, wenn sie auch in Wirklichkeit nur wenig granulirt erschien und mehr einen streifigen Typus zeigte. An dieser liegen nach aussen unmittelbar grosse rundliche Zellkerne an, welche aber durch grosse Zwischenräume, die nicht gleichmässig sind, getrennt werden. Sie sind von den äusseren Körnern ziemlich leicht durch ihre runde Form, den Mangel von Fortsätzen, und ihre etwas tiefere Lage zu unterscheiden. Ihre inneren Enden liegen wieder noch etwas nach innen von den Fusskegelbasen, oder höchstens in einer Linie mit diesen. Ich halte diese runden Kerne wieder für den Ausdruck meiner äusseren concentrischen Zellen. An der inneren Seite der granulirten Schicht liegen ebenso ovale, quergestellte Kerne, auch in unregelmässigen Entfernungen von einander. Diese Kerne liegen bisweilen der inneren Grenze der Schicht einfach an, bisweilen ragen sie ein Ende in dieselbe hinein, liegen dann also etwas weiter nach aussen als die anderen. Auf Isolationspräparaten kann man mitunter nachweisen, dass diese Kerne an ihrem äusseren, platteren Theile einen membranartigen Zellkörper tragen, wie Taf. XXIV, Fig. 77 es zeigt. Diese Zellplatte ist nur klein, namentlich im Vergleich zu dem riesigen Kern und wird daher leicht übersehen. Das Bild erinnert sehr an die eine in Taf. XXIII, Fig. 71 dargestellte Zelle von Torpedo, nur dass diese weit grösser ist und die Zellplatte dicker. Ich halte diese Zellen für meine mittleren und inneren concentrischen Zellen, und halte es für wahrscheinlich, dass jene erst angegebene Ungleichheit der Lage dieser Zellen zu der granulirten Schicht, in welche die einen weiter hineinragen als die anderen, auf die Anordnung der Zellen in zwei Reihen zurückzuführen ist, entsprechend den mittleren und inneren Zellen. So

kann man deren Vorhandensein also nachweisen, aber die Zellen erscheinen rudimentär gegenüber der mächtigen Entwickelung, welche wir bisher kennen gelernt haben. Dass die eventuellen Fortsätze dieser Zellen anastomosiren, ist ja möglich, bei der Kleinheit der Zellen aber unwahrscheinlich.

Ich erwähnte schon oben, dass die äussere granulirte Schicht hier ein durchaus faseriges Gepräge hat. Es liegen in ihr, soweit man das nach Zerzupfungspräparaten beurtheilen kann, längere, ziemlich starke Fasern, welche ich auf den zwei Abbildungen Taf. XXIV, Fig. 76 und Fig. 78 angedeutet habe. Dass dieselben nervös sind, glaube ich nicht; dazu sind sie zu stark, auch haben sie nicht das Aussehen von Nervenfasern, ich halte es für wahrscheinlich, dass es kernlose concentrische Zellen sind, und dass wir in ihnen auch bereits jene Elemente zu erkennen haben, welche von den Amphibien an durch alle Klassen der Wirbelthiere, wie wir sehen werden, zu verfolgen sind.

Die radialen Zellen scheinen hier denen von Ceratodus noch sehr nahe zu stehen. Es sind wieder breite durchsichtige Gebilde, welche mit ihren sich verästelnden äusseren Enden in Menge zwischen den concentrischen Stützzellen liegen, deren Lücken ja hier nun gross genug sein werden, um beliebig viele Gebilde hindurchzulassen. Die Kernanschwellungen liegen wieder zerstreut durch die ganze innere Körnerschicht, zu einem grösseren Theile auch der inneren granulirten Schicht unmittelbar an. Die inneren Enden scheinen wieder unverästelt weiter zu verlaufen.

Die grossen runden Kerne an der äusseren Seite der inneren granulirten Schicht, welche sich durch ihre Grösse von den übrigen inneren Körnern unterscheiden, kann man wohl als Spongioblasten deuten.

Da ich weder von Ceratodus noch von Protopterus gute isolirte Elemente erhalten habe, so muss ich auf Maassangaben verzichten.

e) Teleostei.

α) Physostomi.

1) Hecht, Esox lucius.

Die Knochenfische haben einen besonderen Typus der Bildung der concentrischen Zellschichten, welcher sich ungemein deutlich nach allen Richtungen hin entwickelt beim Hecht ausspricht, so

dass man dieses Thier sehr gut als Hauptbeispiel wählen kann. Taf. XXIV, Fig. 88 zeigt einen Theil eines Retinaquerschnittes aus dem mittleren Theile des Auges nach Härtung in Chromsäure von 1 : 600. Die äussere Körnerschicht und die breite, ein faserig netzförmiges Gefüge zeigende äussere granulirte Schicht sind fortgelassen, und nur die Grenze gegen die concentrischen Zellen ist durch eine Linie ungefähr angedeutet. Die äussere granulirte Schicht besteht hier aus einem innern dichteren, querfaserigen Theil, an den sich nach aussen eine Art von grobem Netzwerk anschliesst, aus sich durchkreuzenden, nach verschiedenen Richtungen laufenden Fasern gebildet, zu denen auch die Aeste der radialen Zellen gehören. Aus diesem Netz geht schliesslich eine mehr oder weniger deutliche Schicht mehr radiär zu den Enden der Neuroepithelien hinlaufender Fasern hervor. Die Fusskegel der Neuroepithelien liegen hier also weit von dem mehr querfaserigen Theile der granulirten ab. Durch das grobe Netzwerk werden oft eine Menge grösserer hellerer Lücken gebildet. Nach den seitlichen Partieen der Retina wird die ganze Schicht schmaler und die Abtheilungen erscheinen nicht mehr so deutlich. An der inneren Grenze der granulirten unmittelbar anliegend bemerkt man eine Reihe von kleinen, auf dem Querschnitt spindelförmig erscheinenden kernhaltigen Zellen. Etwas weiter nach innen eine Reihe recht grosser kernhaltiger Zellen, welche ebenso wie die vorigen zusammenzuhängen scheinen. Darauf folgt eine weitere Schicht kernhaltiger Zellen, welche mitunter auch doppelt erscheinen kann, manchmal bemerkt man auch schräg liegende Zellen, welche von der vorigen Schicht zu ihr hinziehen. Diese Zellen sind weit schmäler auf dem Querschnitt, die Kerne liegen in grösseren Abständen von einander. Dann endlich folgt eine weitere Schicht, in der Kerne nicht sichtbar sind, diese macht auf dem Querschnitt den Eindruck, als ob sie aus concentrischen, in mehreren Schichten liegenden Fasern zusammengesetzt sei. Diese genannten Schichten deute ich als die äusseren, mittleren und inneren kernhaltigen Zellen und die kernlosen. Dass die äusseren concentrischen Zellen hier an der inneren Seite der granulirten Schicht erscheinen, während ich sie oben bei Protopterus, wo diese Schicht zuerst deutlich in Erscheinung trat, an die äussere Seite derselben verlegt habe, darf nicht als etwas besonders Wichtiges aufgefasst werden. Die concentrischen Zellen haben mit dem Nervenplexus, welcher den

wesentlichen Bestandtheil der äusseren granulirten Schicht bildet, absolut keinen Zusammenhang. Entwickelt sich dieser Nervenplexus nun stärker, so dass eine eigene Schicht sich in Folge dessen abzeichnet, so kann diese zu den concentrischen Zellen beliebig liegen. Bei Protopterus entwickeln sich, wie es scheint, zwischen der äusseren und mittleren Schicht kernlose concentrische Zellen, dadurch wird der Zwischenraum zwischen beiden noch grösser, hier fallen diese Zellen an dieser Stelle fort und liegen an der inneren Seite der inneren kernhaltigen Zellen. Andere Zellen, welche zwischen den Fussenden der Sehzellen gelegen den äusseren concentrischen Zellen ihrer Lage nach sonst noch entsprechen könnten, giebt es hier beim Hecht nicht. Schwalbe (16 p. 395 u. 397) beschreibt allerdings vom Hecht Zellen, welche auf der äusseren Seite der äusseren granulirten liegen, und die er für besonders wichtig hält für das Verständniss der granulirten Schichten. Ich habe seine Angaben oben in der Literaturübersicht angeführt. Er giebt eine Abbildung dieser Zellen, auf der man sie von der Fläche sieht und auf p. 397 eine, auf welcher man sie im Profil sieht. Nach dieser Abbildung und der Beschreibung, in welcher gesagt wird: „Beim Hecht habe ich in einem Falle beobachtet, dass jeder Zapfenfaserkegel in eine Aushöhlung seiner inneren Fläche das kernhaltige Centrum einer der äussersten granulirten Zellen aufnahm, jedoch stets durch eine scharfe Linie davon abgegrenzt war“, ist der Ort, an dem man diese Zellen zu finden hat, ja ganz genau bestimmt. Ich habe nun natürlich mit aller Sorgfalt nach denselben gesucht, bedauere aber sagen zu müssen, dass ich sie nicht habe finden können. Ich habe an diesen Stellen immer nur Fusskegel gesehen, welche häufig etwas körnig erschienen, aber Kerne oder Zellen waren nicht vorhanden, und die Präparate waren so klar und scharf in Bezug auf die Sichtbarkeit der Elemente, dass man nicht annehmen konnte, dass derartige Zellen übersehen werden konnten. Damit fällt dann natürlich auch die Theorie, welche Schwalbe mit diesen Zellen in Verbindung brachte, wenigstens soweit als diese Zellen eine Stütze für dieselbe sein sollten. Dagegen hat Schwalbe die kleinen Zellen, welche ich als äusserste Schicht beschreibe, wohl nicht gesehen, wenigstens deutet in seiner Beschreibung, die ja ziemlich eingehend ist, nichts darauf hin. Ich will hier gleich bemerken, dass zwischen den äusseren Körnern hier auch runde Kerne mehr-

fach zerstreut liegen, bald nahe den Fusspunkten, bald in der mittleren Partie, bald nahe der Limitans, welche ihrer Form nach sicher nicht zu den Sehzellen gehören, doch bin ich ausser Stande sie näher zu deuten.

Isolationspräparate lehren nun über die Form der in den concentrischen Schichten enthaltenen Gebilde Folgendes.

Die Elemente der äussersten Schicht sind die kleinsten. Es sind ziemlich platte, nach der kernhaltigen Mitte zu leicht anschwellende, mässig stark granulirte Zellen, mit einer grösseren oder geringeren Anzahl von Fortsätzen versehen, welche mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Taf. XXIV, Fig. 91 zeigt eine Gruppe solcher Zellen in Umrisszeichnungen und lässt die zahlreichen kleinen Lücken erkennen, die zwischen ihnen liegen. Wie bei allen diesen Zellschichten scheint auch hier häufig der Fall vorzukommen, dass Aeste der Zellen auch nach innen abgehen, um sich entweder mit doppelt liegenden Zellen derselben Schicht oder mit denen einer anderen zu verbinden. Man sieht, der Typus dieser Zellen ist vollkommen der der sonstigen concentrischen Zellen, und wenn die Zellen beim Stör nach Dogiels Beschreibung im Wesentlichen Randfortsätze besassen, so passt das zu diesen sehr gut.

Die Zellen der mittleren Schicht sind weit grösser als die vorigen und stimmen in Grösse und Beschaffenheit recht gut mit den früher beschriebenen. Taf. XXIV, Fig. 93 zeigt sie in Umrisszeichnungen in der halben Vergrösserung wie die äusseren, Taf. XXII, Fig. 15a in geringerer Vergrösserung. Man bemerkt ausserdem, dass bei den in letzterer Abbildung dargestellten die Fortsätze noch kürzer und damit die Lücken zwischen den Zellen noch kleiner sind. Diese Abbildung stimmt recht gut überein mit der, welche Schwalbe giebt (16. p. 394). Es scheint also die Form dieser Zellen leichten Modificationen, die sich wahrscheinlich nach den mehr in der Mitte oder mehr seitwärts befindlichen Lagerungsorten richten werden, unterworfen zu sein. Der Zellkörper ist wieder granulirt, platt, aber meist dicker als der Kern. An den Stellen, an denen die Fortsätze sich aneinanderfügen, sind häufig Zellgrenzen sichtbar, bisweilen fehlen dieselben aber auch.

Die inneren Zellen sind platter als die vorigen, auch granulirt, zeigen eine Kernanschwellung, sind grösser und besitzen längere Fortsätze, die sich wieder miteinander verbinden, ohne dass

man Zellgrenzen wahrnehmen kann. Taf. XXIV, Fig. 92 zeigt derartige Zellen in Umrisszeichnungen in demselben Maassstabe wie die anderen, und Taf. XXII, Fig. 15b in geringerem Maassstabe ein Zellnetz mit verschiedenen übereinander befindlichen Lagen bildend. Diese Neigung sich zu schichten erklärt es auch, warum man oft diese Schicht doppelt auf dem Querschnitte sieht, und warum die verschiedenen Autoren beim Hecht oft verschieden viele Schichten angeben.

Wie man bemerkt, sind die Beschreibungen, welche verschiedene Forscher, so Retzius, Schwalbe, Reich, von diesen Theilen der Hechtretina gegeben haben, im Wesentlichen naturgetreu gewesen, nur die äusseren Zellen scheinen ihnen entgangen zu sein.

Die noch weiter nach innen liegende Schicht der kernlosen concentrischen Zellen ist auch schon mehrfach gesehen worden, doch sind ihre Elemente bis jetzt noch nicht hinreichend isolirt worden, um sie genau zu erkennen. Taf. XXII, Fig. 16 stellt ein solches Element dar. Es sind, wie man sieht, sehr lange, platte, spindelförmige Gebilde, welche an den beiden Enden recht fein auslaufen. Die Länge ist in der That ganz ausserordentlich, und beträgt z. B. für die abgebildete Zelle ungefähr 420 μ, also beinahe einen halben Millimeter. Diese Zellen bilden nun, sich nach allen Richtungen durchflechtend, einen dichten Filz, ganz ähnlich wie ihn Taf. XXII, Fig. 10 von derselben Schicht aus der Retina des Brachsen darstellt. Auf diese Schicht folgt dann weiter nach innen erst die eigentliche innere Körnerschicht.

In dieser sieht man auf dem Querschnittbilde Taf. XXIV, Fig. 88 leicht die Radialzellen mit ihren Kernanschwellungen, welche ungefähr die Mitte der Schicht bevorzugen. Auch hier liegen, wie beim Stör, die radialen Zellen vielfach in Gruppen und dann natürlich auch die Kerne auf einem Haufen, aber es kommen auch viele einzeln verlaufende Zellen vor. Die Länge dieser radialen Elemente ist gemäss der bedeutenden Dicke der Retina eine beträchtliche und variirt natürlich erheblich zwischen Mitte und Rand. Der äussere Theil der Zellen ist zunächst glatt, theilt sich wieder am Ausgange der Lücken, und verläuft dann wie bisher beschrieben. In der Nähe der Kernanschwellung oder von dieser selbst, gehen häufig dickere oder dünnere Fortsätze aus, welche oft so aussehen, als wenn sie mit denen benachbarter Zellen wohl anastomosirt hätten, ohne dass mir eine solche Anastomose bisher wirklich vor-

gekommen wäre. (Siehe Taf. XXIV, Fig. 90.) Der innere Theil ist, soweit er die innere granulirte Schicht durchsetzt, auch glatt, doch gehen in der Nähe seiner Austrittsstelle und nach derselben häufig wieder den obigen ähnliche Fortsätze ab. Das Ende ist dann entweder kurz getheilt oder einfach.

Maasse:

äuss. c. k. Stz.: längster Durchm. 30—37 μ.
m. „ „ „ „ „ 48—66 μ.
inn. „ „ „ „ „ 56—121 μ.
c. kl. Stz.: Länge 420 μ, Breite 6 μ.
r. Stz.: Länge: Mitte 340 μ, Ora serrata 116 μ.

2) Brachsen, Abramis brama.

Bei diesem Thiere lassen sich im ganzen dieselben Schichten in derselben Folge erkennen, wie beim Hechte. Nur in Betreff der äusseren kernhaltigen Zellen kann ich hier nichts Genaueres angeben, da ich zu der Zeit als ich den Brachsen untersuchte, diese Zellen noch nicht als eine besondere Lage unterschied. Taf. XXII, Fig. 5b zeigt eine Zelle der mittleren Schicht, Taf. XXII, Fig. 5a, 6, 7 solche der inneren Schicht theils für sich, theils im Zusammenhange mit benachbarten.

Taf. XXII, Fig. 8 zeigt dann zwei Zellen der kernlosen Schicht. Dieselben sind etwas kürzer und breiter als die vom Hecht, aber sonst diesen und ebenso den früheren ganz ähnlich. Taf. XXII, Fig. 10 giebt einen Theil von einem Stückchen dieser Schicht aus einem Isolationspräparat wieder, welches die kernlosen Zellen in ihrer Lage zueinander erkennen lässt. Man sieht das Bild ist ein ganz ähnliches wie das zuerst von der inneren kernlosen Schicht beim Neunauge gegebene, und es ist recht interessant, dass diese Zellen sich an derselben Stelle in so ähnlichen Formen wiederholen. Man könnte daraus mit einiger Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass die kernlosen Zellen des Störs auch ähnlich liegen. Doch müssen diese dann jedenfalls eine vielfach durchbrochene Schicht bilden, da zweifellos bei jenem Thier die kernhaltigen inneren Zellen an manchen Stellen bis unmittelbar an die innere granulirte Schicht heranreichen.

Die radialen Zellen verhalten sich ähnlich denen des Hechts Taf. XXII, Fig. 9 giebt eine solche wieder.

Maasse:

m. c. k. Stz.: längster Durchm. ca. 28 μ.
inn. c. k. Stz.: „ „ „ 85 μ.
c. kl. Stz.: Länge 239—302 μ, Breite 8—10 μ.
r. Stz.: Länge ca. 176 μ.

3) Karpfen. Cyprinus carpio.

Auch bei diesem Thiere sind alle Schichten vorhanden, ganz ähnlich wie bei Hecht und Brachsen. Die äusseren kernhaltigen Zellen liegen hier indess nicht wie beim Hecht in einer so schön zusammenhängenden klaren Schicht, sondern mehr vereinzelt wie bei den früher beschriebenen Fischen: Neunauge, Stör, Hai. Die mittleren und inneren concentrischen Zellen sind als zwei deutlich getrennte einfache Reihen sichtbar, die mittleren wieder dicker als die inneren. Nach innen von den letzteren liegt dann wieder die Schicht der kernlosen, welche wiederum aus schmalen, spindelförmigen, platten Elementen sich zusammensetzt, deren Länge ungefähr 146 μ, deren Breite ungefähr 6 μ beträgt. Dieselben sind also in beiden Dimensionen kleiner als die von Hecht und Brachsen; da sie auf dem Querschnitt der Retina auch nicht so deutlich hervortreten, ist anzunehmen, dass sie auch nicht in so dicker Schicht liegen. Ueber die radialen Stützzellen ist nichts besonderes zu sagen.

β) **Anacanthini.**

Von diesen habe ich nur Pleuronectes Platessa, die Maischolle, untersucht, und zwar auch zu einer Zeit, in der ich auf die äusseren concentrischen Stützzellen noch nicht aufmerksam geworden war. Ich kann daher über diese hier nichts aussagen. Die anderen beiden kernhaltigen Schichten sind vorhanden und zeigen auch ähnlichen Typus wie bei den früheren Thieren. Merkwürdig ist es, dass die Zellen derselben Schichten ihrer Grösse nach so sehr variiren. So zeigen Taf. XXII, Fig. 12 und Fig. 11 e (erstere bei stärkerer Vergrösserung in der tieferen Lage) Zellen, welche zweifellos der mittleren Schicht angehören, aber ungemein klein erscheinen gegenüber der mächtigen Zelle in Taf. XXII, Fig. 11 d. Uebrigens sind diese grossen Zellen weit seltener als die kleineren, so dass es scheint, dass sie auf einem beschränkten Platze der Retina nur sich finden. Aehnlich verhalten sich die Zellen der inneren Schicht. Taf. XXII, Fig. 11 a, c

und Fig. 12, letztere in der oberflächlicheren Schicht zeigen derartige sehr zierliche kleinere Zellen. Man sieht, dass sie weitläufige Netze bilden auf der inneren Seite der mittleren. Taf. XXII, Fig. 11 b zeigt uns aber eine Zelle, welche dem ganzen Habitus nach nichts anderes als eine Zelle der inneren Schicht sein kann, die ganz bedeutend grösser ist als jene. Vergleicht man die Maasse, so findet man merkwürdigerweise, dass in beiden Schichten etwa das gleiche Verhältniss zwischen grossen und kleinen Zellen besteht. In beiden sind die grossen nämlich etwa doppelt bis dreimal so gross als die kleinen.

Ebenso verhält sich die Maischolle auch abweichend in Bezug auf die kernlosen Zellen. Während diese bei den bisher beschriebenen Fischen im ganzen leicht zu finden sind, fand ich zuerst bei der Maischolle gar nichts von ihnen und schliesslich ein in Taf. XXII, Fig. 13 dargestelltes Gebilde, welches mir noch zweifelhaft ist. Dasselbe kann ja seinem ganzen Typus und seiner Grösse nach nur zu den concentrischen Zellen gehören und ist kernlos. Doch ist der eine Fortsatz nicht vollständig, endigt noch ziemlich dick, wenn auch bis zu diesem Ende sich zuspitzend, so dass die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass dieses ganze Stück nur ein Fortsatz einer allerdings mächtig grossen kernhaltigen Zelle sein kann. Sollte dieses Gebilde wirklich eine kernlose Zelle darstellen, so wäre es noch sehr auffallend, dass diese sich verästelte, da ja bisher alle derartigen Zellen einfache Spindeln darstellten.

Betreffs der radialen Zellen, von denen Taf. XXII, Fig. 14 eine wiedergiebt, ist nichts Besonderes auszusagen.

Maasse:

m. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:
a) grosse Zellen 125 μ.
b) kleine Zellen 45—62 μ.

inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:
a) grosse Zellen 375 μ.
b) kleine Zellen 112—204 μ.

r. Stz: circa 190 μ lang.

Dass bei den Acanthopteri derartige Zellen in mehrfachen Lagen, deren Typen den bisher beschriebenen entsprechen, vorkommen, ist ja bereits durch die Untersuchungen von H. Müller bekannt.

Amphibien.

a) Anuren.

Rana esculenta.

Ich erwähnte oben bei Beschreibung von Protopterus annectens, dass der Typus der concentrischen Stützzellen dieses Thieres bereits vollständig dem der Amphibien entspräche. Man wird die Aehnlichkeit in den Elementen beider Thiere leicht herausfinden, wenn man die Abbildungen der Zellen des Frosches mit denen von Protopterus vergleicht. Taf. XXIV, Fig. 81 zeigt einen Theil eines Retinaquerschnitts. Es ist hier eine deutliche äussere granulirte Schicht unterscheidbar, welche ein streifiges Aussehen hat, wobei aber zwischen den die Streifen bedingenden Fasern auch Körnchen zu liegen scheinen. An der inneren Seite dieser Schicht sieht man regelmässig in nicht grossen Zwischenräumen grössere quergestellte Kerne liegen, die auch von anderen Beobachtern schon beschrieben worden sind. Ausser diesen kommen aber mitunter auch solche zur Beobachtung, welche weiter in die Schicht hineinrücken, ja unter Umständen sogar mitten in derselben zu liegen scheinen. Endlich findet man auch hin und wieder Kerne, welche mehr rundlich oder mehr quer oval erscheinend auf der Aussenseite der äusseren granulirten Schicht befindlich dieser dicht anliegen. Auf Isolationspräparaten kann man nachweisen, dass die an der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht befindlichen Zellen eine Gestalt besitzen, welche Taf. XXII, Fig. 18 wiedergiebt. Man sieht hier einen grossen Kern, der an seiner nach aussen gewandten Seite eine schmale Zellplatte trägt, ganz ähnlich also wie bei Protopterus, nur dass bei Rana die Elemente kleiner sind, und auch vielleicht die Zellplatte im Verhältniss zum Kern noch kleiner ist. Von den äusseren Zellen habe ich nur die Kerne sehen können. Diese Zellen in ihren drei Lagen halte ich für die äusseren, mittleren und inneren concentrischen kernhaltigen Zellen. Man bemerkt leicht, dass die hier beschriebenen Zellen aller Wahrscheinlichkeit nach identisch sind mit denen, welche Ranvier als cellules basales externes, interstitielles und internes bezeichnet. Seiner Abbildung nach (25. Fig. 323) muss Pelobates sehr grosse Zellen der Art besitzen, ich habe dieses Thier nicht mehr untersuchen können. Ob diese Zellen anastomosiren, ist schwer zu sagen, gerade wie bei Protopterus, ich möchte es in-

dess bei der geringen Ausdehnung der Zellplatte nicht für wahrscheinlich halten.

Einer anderen Art von Elementen thut aber bisher kein Beobachter Erwähnung, der kernlosen concentrischen Zellen. Diese liegen bei Rana, und von nun an bei allen weiteren Thieren, zwischen den äusseren und mittleren concentrischen kernhaltigen Zellen, also, da, wie wir sehen werden, an dieser Stelle auch gewöhnlich die äussere granulirte Schicht zu liegen pflegt, in diese eingebettet. Ich habe bei Protopterus sicher Fasern finden können, wie ich oben schon hervorhob, welche diesen zu entsprechen scheinen, für Ceratodus bin ich meiner Sache nicht sicher. Hier bei Rana sind es kleine zarte Gebilde, welche sich verästeln, wie Taf. XXII, Fig. 19 erkennen lässt. Und zwar ist die Form derartig, dass man einen faserartigen Körper unterscheiden kann, dessen beide Enden sich in Aeste auflösen. Manchmal findet man Aeste auch nur an einem Ende, und dann können Formen entstehen, die auf den ersten Blick den faserartigen Hauptkörper nicht mehr so deutlich erkennen lassen. Es ist also die spindelförmige Faser auch hier die Grundform der Gestalt und aus ihr gehen erst die mannigfachen sonstigen Formen hervor. Bei Protopterus war es mir nicht gelungen diese Gebilde soweit zu isoliren, dass ich bestimmen konnte, ob sie verästelt waren oder nicht. Taf. XXIV, Fig. 82 zeigt ein Stückchen Froschretina aus einem Isolationspräparat. Man sieht deutlich zwei derartige Zellen in der äusseren granulirten Schicht, von denen die eine frei hervorragt. Diese kernlosen Zellen geben vermöge ihrer Dicke wohl die Hauptveranlassung zu dem concentrisch streifigen Aussehen der äusseren granulirten, doch liegen ausserdem ja natürlich noch eine Menge von feineren nervösen Gebilden in ihr, die dieses Aussehen verstärken.

Die radialen Zellen sind mächtig entwickelt, wie bei allen Amphibien, ähnlich wie es ja auch die Zellen von Protopterus sind, doch haben sie nicht den zarten platten Körper dieser, sondern sind starke, kräftige Zellen. Die Zellen der dickeren Theile der Retina sind lange, schlanke Gebilde, welche in der Gegend der äusseren, granulirten Schicht in ihre äusseren Aeste zerfallen, welche sich wieder theilen können und schliesslich an die Limitans befestigen (siehe Taf. XXII, Fig. 20a); der Kern sitzt gewöhnlich mehr seitlich der Zelle an, manchmal ist aber auch die gewöhnliche Kernanschwellung vorhanden (Fig. 20c). Die Kerne liegen

alle in der inneren Körnerschicht gewöhnlich mehr im inneren Theil derselben bis zur Mitte hin. Das innere Ende der Zelle durchsetzt glatt die innere granulirte Schicht, schwillt dann konisch an und verschmilzt schliesslich mit den benachbarten (Fig. 20a). Je kürzer die Zellen werden, um so mehr wird der Körper derselben aber rauh und dornig, so dass mitunter die seltsamsten Formen entstehen können. Fig. 20c zeigt eine Zelle, welche im Ganzen wohl noch glatt ist, aber an ihrem inneren Ende eigenthümliche, nach innen ragende Fortsätze und trichterförmige oder kragenartige Bildungen erkennen lässt. Dieselben zeigt schräg von Innen gesehen Fig. 20d, noch rauher ist das innere Ende von Fig. 20b und e, Fig. 20f zeigt eine kurze Theilung des inneren Endes, wobei die einzelnen Aeste durch feine Membranen wie durch Schwimmhäute mit einander verbunden sind. Dornenartige kurze Fortsätze aus dem faserartigen Körper zeigen die Zellen in Fig. 20d, f, b, e in einer grösseren Menge und Ausdehnung. Bei letzterer sind einzelne dieser Fortsätze membranartig geworden, und Membranen können auch vorkommen an den äusseren Aesten der Zellen und diese mit einander verbinden, doch hebe ich ausdrücklich hervor, dass solche Membranen durchaus nicht allen Fasern zukommen, ja nicht einmal der Mehrzahl. Es kann am äusseren Ende auch eine Art von doppelter Theilung stattfinden, indem ein Hauptast schon früher von dem Stamme sich entfernt, so auf Fig. 20f. Zu diesem häutigen und dornigen Zelltypus gehört wohl auch die von Ranvier (25. Fig. 319) dargestellte Zelle von Triton, wenn bei dieser nicht ein Theil der auffallend zahlreichen Membranen auf die Einwirkung der Osmiumsäure zurückzuführen ist. Osmiumsäure ist gerade in dieser Beziehung ein sehr gefährliches Reagenz. Sie giebt in der Retina eine solche Menge Gerinnungsproducte, welche in Folge der eigenthümlichen Structurverhältnisse der Retina oft so unschuldig und natürlich aussehen, dass es einem schwer werden würde, sie als Gerinnungsproducte zu betrachten, wenn man nicht zu diesem Schritte in Folge der durch andere Präparationsmethoden erhaltenen Bilder genöthigt würde. In Folge des starken und kräftigen Baus dieser Zellen ist es bei Amphibien auch leichter als bei anderen Thieren, sich von dem Verhältniss der radialen Zellen zur Limitans externa und zu den äusseren Körnern zu überzeugen. An den Zellen der Fig. 20 sitzt überall ein Stück Limitans an. Man be-

merkt, dass die Aeste der Zellen sich entweder einfach als kleine Fasern an die strichförmig erscheinende cuticulare Membran ansetzen, oder dass unter Umständen auch kleine dreieckige (konische) Anschwellungen an den Ansatzstellen sich finden. Auf Fig. 20 d sieht man schräg von oben her auf ein Stückchen Limitans herauf. Man bemerkt die grossen Löcher für die Neuroepithelien, sieht die schmalen Ringe um diese Maschen, und von ihnen ausgehend kleine Stückchen der abgerissenen benachbarten.

b. Urodelen.

Von diesen wurden untersucht Triton cristatus, Salamandra maculosa, Siredon pisciformis, welche ich hier gemeinsam durchsprechen will.

Bei Triton scheinen die kernhaltigen concentrischen Zellen der beiden inneren Reihen ähnlich vorzukommen wie beim Frosch. Auf dem Retinaquerschnitt ist allerdings von denselben nur wenig zu sehen. Die colossalen Elemente, namenlich die Kerne sind ja so gross, liegen so enge aneinander, die Zellplatten sind so sehr klein, dass man nur in Ausnahmefällen sich hier über diese Zellen orientiren kann. Auch auf dem Isolationspräparat ist es schwer die Zellen zu finden. Taf. XXII, Fig. 21 A zeigt eine solche. Wenn man sie mit denen vom Frosch vergleicht, ist die Aehnlichkeit gross genug, um sie ihrer Bedeutung nach zu erkennen, hat man aber solche Zellen noch nicht gesehen, würde man sie bei Triton wohl nicht auffinden. Die Zellplatte ist eben ungemein klein geworden gegenüber dem Kern. Bei Salamandra und Siredon, welche beide ja noch grössere Elemente haben, ist es mir nicht gelungen die Zellen zu finden. Die Zellplatten werden eben wahrscheinlich noch kleiner geworden sein und dann entgehen sie zu leicht dem suchenden Auge.

A. Dogiel scheint diese Zellen bei Triton auch gefunden zu haben, freilich ohne sie ihrer Bedeutung nach zu erkennen. In seiner Arbeit über den Bau der Retina von Triton cristatus (34) bildet er Zellen als nervöse innere Körner ab, welche mir ziemlich zweifellos die von mir als concentrische Zellen gedeuteten zu sein scheinen. Sie haben dieselbe Lage, haben dieselben kleinen Zell platten. Man vergleiche zu diesem Zweck nur die auf seiner Taf. XXII mit 2c, 2e, 13 bezeichneten Figuren. Aeussere concen-

trische kernhaltige Zellen habe ich bei diesen Thieren nicht finden können.

Kernlose concentrische Zellen habe ich hier ebenfalls nicht sehen können. Ich zweifele indess deshalb nicht im geringsten daran, dass sie vorhanden sein werden. Ich habe so oft bei Thieren, bei denen diese kernlosen sehr gross und schön entwickelt waren, sehr lange gesucht bis ich eine fand, so dass hier, wo die Zellen ja jedenfalls nur sehr klein und zart sind, ein Nichtfinden etwas rein Zufälliges nicht nur sein kann, sondern wahrscheinlich ist.

Die radialen Zellen sind auch bei diesen Thieren auf's schönste und kräftigste entwickelt. Taf. XXII, Fig. 11 a b, zeigt solche von Triton, Taf. XXII, Fig. 22 a, b c solche von Salamandra. An den ersteren sieht man wieder sehr schön die kegelförmigen Ansätze an die Limitans externa. Die hier abgebildeten Zellen sind im allgemeinen glatt, doch gilt von ihnen dasselbe wie von denen des Frosches, dass sie in verschiedenen Theilen der Retina verschieden beschaffen sind und je kürzer um so dorniger und häutiger. Als Beispiel einer solchen Zelle kann ja auch die schon oben citirte Ranvier'sche Abbildung von Triton dienen. Fig. 22 a zeigt eine Zelle, bei der ziemlich viel Membranen vorhanden sind. Die Kerne der Zellen liegen wieder in der inneren Körnerschicht ähnlich wie beim Frosch, die Theilung in äussere Aeste beginnt in der Nähe der äusseren granulirten oder in dieser. Die inneren Enden sind entweder einfach oder ganz kurz getheilt. Mitunter sind dieselben häutig platt mit dickeren Rippen wie auf Fig. 22 b und c.

Bei den Zellen dieser Thiere wie bei denen des Frosches sieht man auf das Klarste, wegen der Grösse der Theile eben noch klarer als bei anderen Thieren, dass die äusseren Körner, resp. die inneren Enden der Neuroepithelien sich nicht mit den radialen Zellen verbinden, wie W. Krause das ja seit langer Zeit behauptet, sondern nur zwischen den Aesten der Zellen liegen und von diesen eben gestützt werden. Ich habe hier, in den oben citirten Abbildungen, von Frosch, Triton und Salamandra derartige Neuroepithelheile zwischen den Aesten der Zellen liegend abgebildet und glaube, dass die Bilder an sich so klar sind, dass ich eine nähere Beschreibung nicht nöthig habe.

Maasse:

Rana:

m. und inn. c. k. Stz.: Länge der Zellplatte 20—23 μ.
c. kl. Stz.: Länge 39—50 μ. Breite: 0,5 μ—2 μ.
r. Stz.: Länge 100—200 μ.

Triton:

m. und inn. c. k. Stz.: Länge der Zellplatte 14 μ.
r. Stz.: Länge: Mitte 275 μ, Ora serrata 81 μ.

Salamandra:

r. Stz.: Länge der einen abgebildeten Zelle 208 μ.

Reptilia.

a) Cheloniae.

1) Emys europaea.

Wie der Querschnitt der Retina auf Taf. XXIV, Fig. 84 zeigt. liegen bei Emys der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht grössere Kerne in einer Reihe an, welche theilweise von einer grösseren Menge einer körnigen Substanz umgeben sind. Dieses sind wieder die mittleren und inneren kernhaltigen concentrischen Zellen. Einen Unterschied in der Lage der einzelnen, so dass man zwei Schichten unterscheiden konnte, habe ich hier nicht finden können. Man kann hier also nur von einer Schicht derselben sprechen. Isolirt sieht man eine solche Zelle in Taf. XXII, Fig. 23 a von einem Thier, und Fig. 23 b drei von einem anderen Thier, Es sind Zellen mit grossem Kern und flachem Körper, aus dem der Kern buckelförmig hervortritt. Der flache Körper ist leicht granulirt und besitzt eine Anzahl von Fortsätzen. Ob diese mit solchen benachbarter Zellen anastomosiren, ist schwer zu sagen, doch habe ich niemals Bilder gehabt, welche für Anastomosen sprachen, so dass ich gerade wie bei den Amphibien mich gegen ein Anastomosiren aussprechen möchte.

Ob bei Emys äussere kernhaltige Zellen vorkommen, ist mir zweifelhaft geblieben. Man sieht häufig zwischen denjenigen Gebilden, welche man als zweifellose Neuroepithelien erkennen kann, kleinere rundliche Kerne, welche zwischen den Fussenden jener dicht an der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht anliegen. Aber einmal rücken diese Zellen mitunter auch weiter

von dieser Schicht ab zwischen die Neuroepithelien hinein, und zweitens sieht es manchmal auch so aus, als ob diese Kerne mit zu den Neuroepithelien zu rechnen seien, und zwar gerade dann, wenn man noch eine Protoplasmaumhüllung wahrnehmen kann. Auf Taf. XXIV, Fig. 85 sind solche Kerne (bei α) von einem Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparat nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit dargestellt. Hier liegen dieselben recht weit von der äusseren granulirten und damit den anderen concentrischen Zellen entfernt. Auf demselben Präparat bemerkt man auch noch zwei innere concentrische Zellen.

Die kernlosen concentrischen Zellen sind hier wieder kräftiger entwickelt als die kernhaltigen, ähnlich wie beim Frosch. Es sind wiederum Formen, welche sich aus der einfachen spindelförmigen Faser ableiten lassen. Mitunter findet man auch noch solche, so auf Taf. XXII, Fig. 24 b von demselben Thiere, von dem oben die kleineren kernhaltigen Zellen stammten. Dieselbe Figur zeigt eine zweite Zelle, bei der einfach eine Gabelung beider Enden eingetreten ist. Fig. 24 a zeigt dann eine Anzahl von Zellen von dem Thiere, von welchem die grössere kernhaltige Zelle herrührte. Diese lassen immer noch den spindelförmigen Körper erkennen, besitzen aber schon eine Menge von Fortsätzen, welche von den Seiten abgehen. Man sieht, es sind relativ grosse Gebilde, welche ein feinkörniges Gefüge besitzen, in denen aber von einem Kern niemals etwas zu sehen ist. Diese Zellen liegen hier wiederum in der äusseren granulirten Schicht, wie beim Frosch, also nach aussen von und unmittelbar an den mittleren — inneren kernhaltigen. Auf Taf. XXIV, Fig. 85 sieht man eine solche Zelle hervorragen und von einer zweiten ein Stück in der Schicht. Diese Zellen hat H. Müller, wie oben angeführt, zwar nicht bei Emys, aber doch bei Chelonia schon gesehen und abgebildet, und er hatte damals auch die Kernlosigkeit derselben besonders hervorgehoben.

Die radialen Zellen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre äusseren Aeste sehr kurz und relativ stark sind, während der innere Theil in eine Anzahl zarter und langer Fortsätze zerfällt. Die Kernanschwellung liegt in der inneren Körnerschicht gewöhnlich näher der inneren Partie derselben und sehr bald nach innen von dem Kern tritt die Theilung der Zelle ein. Die Aeste sind glatt und durchsetzen als solche die innere granulirte Schicht, sie

endigen in kegelförmigen Anschwellungen. Taf. XXII, Fig. 25 a, b c, d, e zeigt eine Anzahl derartiger Zellen von demselben Thiere, von dem Fig. 23 a und Fig. 24 a herrühren. Wie man bemerkt, theilt sich die Zelle nach innen zunächst gabelförmig in zwei Hauptäste, von denen dann ein jeder wieder in zwei weitere zerfällt. Bei Fig. 25 e ist nur der eine Ast wieder getheilt, bei Fig. 25 a verbinden sich zweimal zwei Aeste anastomotisch, während der eine ganz unten wieder noch einmal sich gabelt, so dass doch vier Fusspunkte herauskommen. Mitunter können diese Aeste auch membranartige Verbreiterungen zeigen, so Fig. 25 d; und ebenso können zwischen den kurzen äusseren Aesten Membranen sich vorfinden, im ganzen sind die Zellen aber glatt und membranlos. Diese eigenthümliche lange Theilung der inneren Zellenden, welche, wie wir sehen werden, auch den anderen Reptilien und den Vögeln zukommt, habe ich sonst nur noch bei den Plagiostomen gefunden. Bei Emys sieht man dann noch ganz besonders gut die von der Limitans ausgehenden kleinen Nadeln oder Härchen (siehe Taf. XXII, Fig. 25 f.), welche um die ausserhalb der Limitans liegenden Theile der Neuroepithelien dichte manschettenartige Kränze bilden.

Maasse:

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:
a) kleineres Thier 23—31 μ.
b) grösseres Thier 60—66 μ.
c. kl. Stz.: 1) grösster Durchmesser, 2) Breite.
a) kleineres Thier 1) 60—104 μ, 2) 2 μ.
b) grösseres Thier 1) 48—104 μ, 2) 3—5 μ.
rad. Stz.: Länge:
a) kleineres Thier 160—198 μ.
b) grösseres Thier 164—191 μ.

Die Zellmaasse der in der Grösse nur mässig verschiedenen Thiere stimmen ziemlich. Da nur wenige Zellen gemessen wurden, kann der Grössenunterschied der kernhaltigen Zellen zufällig sein, bedingt durch die der Lage entsprechende Verschiedenheit der Grösse bei demselben Thier.

2) Chelonia Midas.

Von diesem Thiere standen mir nur zwei Osmiumpräparate zu Gebote, doch war das meiste wesentliche auch an diesen zu

erkennen Dank den ungemein grossen Elementen dieses Thieres. Taf. XXIV, Fig. 83 zeigt ein Stück eines Schrägschnittes der Retina, der indess so wenig schräg getroffen ist, dass er einem Querschnitte recht nahe steht. Man sieht darin leicht eine dicke Schicht von faserartigen Gebilden, welche sich innen an die äussere granulirte Schicht an- resp. in dieselbe noch hineinlegt, und nach innen, dieser Schicht anliegend, eine grosse kernhaltige Zelle, dann folgen die Kerne der Radialzellen, inneren Körner, innere granulirte Schicht. Die kernhaltige Zelle repräsentirt die mittleren und inneren concentrischen kernhaltigen Zellen. Gerade wie bei Emys liegen diese Zellen hier in einer Reihe der äusseren granulirten, resp. hier in diesem Falle der mächtigen Schicht der kernlosen Zellen an. Isolirt sieht man solche Zellen auf Taf. XXII, Fig. 26 a, b. Es sind wieder kernhaltige Zellplatten mit leichter Körnung und einer Anzahl von Fortsätzen, von denen ich nicht annehme, dass sie anastomosiren. Der Kern springt gemäss seiner grösseren Dicke wieder aus der Zelle hervor, oder besser gesagt, buckelt dieselbe aus. Von den äusseren Zellen gilt hier dasselbe, was ich bei Emys sagte.

Die kernlosen Zellen sind mächtige Gebilde und erinnern sehr an die Zellen der Fische. Sie lassen die spindelförmige Grundform deutlich erkennen, so Taf. XXIV, Fig. 94 b, welche eine Zelle zeigt, die nur an dem einen Ende eine ganz kleine Gabelung und einen kleinen Fortsatz in ihrem Verlaufe besitzt, ähnlich auch Taf. XXII, Fig. 27, wo die Zelle indess schon eine früher eintretende, breitere Gabelung aufweist, deren Enden abgerissen sind. Dann finden sich aber auch Formen, an denen mehr Fortsätze sich entwickeln, so Taf. XXIV, Fig. 94 a. Diese Zellen bilden, wenn sie in ihrer natürlichen Lage in Stücken der Schicht isolirt werden, einen Filz, der genau so aussieht, wie der von den Fischen, z. B. der von Brachsen in Taf. XXII, Fig. 10 abgebildete. Es sind also jedenfalls principiell dieselben Elemente, nur dass sie an einem anderen Orte liegen. Man kann daraus schliessen, dass die kernlosen Zellen, welche wir sonst bei anderen Thieren finden, und die wegen ihrer Kleinheit und relativ geringen Anzahl sich nicht in solch grossen Schichtstücken isoliren lassen, doch im Grunde ebenso zu einander liegen, wie diese grossen von Chelonia und die von den Fischen. Und man sieht an diesem Beispiel auch wieder deutlich, wie diese concentrischen Zellen mit der äusseren granu-

lirten eben nichts weiter zu thun haben, als dass sie eventuell an demselben Platze liegen, sie haben mit ihrer Structur keinen Zusammenhang und liegen je nach der Massenhaftigkeit ihrer Anhäufung theils in ihr, theils an ihr an.

Die radialen Zellen scheinen, so weit ich das an den Osmiumpräparaten constatiren konnte, ganz ähnlich denen von Emys zu sein.

Die kernlosen Zellen, welche H. Müller seiner Zeit von der Schildkröte abbildete, stammten von Chelonia her, und wenn man seine Abbildung mit der Natur vergleicht, so ist es einmal zweifellos, dass er dieselben Gebilde gesehen hat, die ich hier als concentrische kernlose Zellen beschreibe, und dann, dass er mit relativ vielen Fortsätzen versehene abgebildet hat, immerhin kann man aber auch aus seinen Abbildungen natürlich deutlich die langgestreckte spindelförmige Grundform noch heraus erkennen. Diese Zellen sind bei Chelonia in der That so massenhaft vorhanden und so gross, dass es unmöglich ist sie nicht zu sehen.

Maasse (nach Osmiumpräparaten):

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser: 79—83 μ.

c. kl. Stz.: „ „ 155—255 μ.

Breite: 8—12 μ.

b) Sauria.

Lacerta vivipara.

Die Verhältnisse sind hier denen der Schildkröten so ungemein ähnlich, dass ich mich sehr kurz fassen kann.

Aeussere kernhaltige Zellen sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Mittlere und innere sind in einer an der äusseren granulirten Schicht innen anliegenden Reihe zu sehen. Isolirt sind es kleine Zellen (s. Taf. XXII, Fig. 28) mit dünnen, leicht granulirten, Fortsätze tragenden Zellplatten, stark vorgebuckeltem Kern, und wahrscheinlich nicht anastomosirenden Fortsätzen.

Die kernlosen Zellen sind wieder langgestreckte Gebilde, welche namentlich an den Enden eine Anzahl feiner gabelförmiger Aeste zeigen (siehe Taf. XXII, Fig. 29).

Die radialen Zellen, von denen man auf Taf. XXII, Fig. 30 a, b, c, d vier Formen sieht, haben gleichfalls den Typus der entsprechenden Zellen der Schildkröten. Auch besitzen sie mitunter Membranen zwischen den äusseren Aesten, welche letzteren wiederum

in der Gegend der äusseren granulirten Schicht entstehen. Die inneren Enden sind ebenfalls in der Majorität der Fälle langgetheilt, doch kommen auch ungetheilte vor (Fig. 30 b) und Uebergänge zu solchen, indem der eine der beiden durch Gabelung entstandenen Hauptäste sich nur ein kürzeres Ende entwickelt und schliesslich in feinen Fasern endigt, die in der inneren granulirten Schicht wahrscheinlich schon aufhören. So auf Fig. 30 d, a. Die deutliche Kernanschwellung liegt wiederum in der inneren Körnerschicht.

Maasse:

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm.: 41—50 μ.
c. kl. Stz.: „ „ 100 μ. Breite: 3 μ.
r. Stz.: Länge: 110—125 μ.

Von Schlangen habe ich Tropidonotus natrix untersucht, doch ist es mir bisher nicht geglückt die Zellen nachzuweisen.

Die radialen Zellen scheinen hier an ihren inneren Enden dieselbe lange Theilung zu besitzen, wie bei den bisher besprochenen Reptilien.

Von Krokodilen standen mir Augen leider nicht zu Gebote.

Vögel.

Von Vögeln habe ich untersucht: Huhn, Krähe, Ente, welche sich alle drei so gleichartig verhalten, dass ich sie hier gemeinsam besprechen kann.

Diese Vögel schliessen sich in ihrem Bau unmittelbar den Reptilien an. Taf. XXIV, Fig. 87 giebt ein Stückchen eines Retinaquerschnittbildes aus einem Schüttelpräparat wieder aus dem Auge einer jungen Ente. Man sieht die Limitans, die äusseren Körner, die äussere granulirte Schicht, und deren innerer Seite unmittelbar anliegend eine Reihe von Kernen mit im Profil strichähnlichen, schmalen Zellplatten, eventuell auch noch etwas körnige Substanz um den Kern. Diese Zellen entsprechen wieder den mittleren und inneren kernhaltigen Zellen. Aeussere Zellen habe ich bei Vögeln nicht finden können.

Eine ähnliche Zelle zeigt von demselben Thiere Taf. XXII, Fig. 36 A, vom Huhn Taf. XXII, Fig. 31 b, und eine gleiche von der Fläche gesehen Taf. XXII, Fig. 31 a. Man sieht, es sind wieder kleine, flache Zellen mit einer Anzahl kurzer Fortsätze versehen,

die wohl nicht mit benachbarten anastomosiren. Dieselben schliessen sich in ihrer Form und Grösse unmittelbar an die der Reptilien an.

Die kernlosen Zellen sind ebenfalls denen der Reptilien durchaus ähnlich. Die von einer jungen Ente stammenden auf Taf. XXII, Fig. 36 B, a, b, c dargestellten würde man z. B. mit denen von Emys direkt verwechseln können. Die vom Huhn (Taf. XXII, Fig. 32) und von der Krähe (Taf. XXII, Fig. 34 a, b) sind schlanker, und dadurch von denen der Reptilien unterscheidbar, sonst haben sie aber auch dieselben Formen, so z. B. Fig. 34 b, welche Fig. 36 B, a von Ente und Taf. XXIV, Fig. 94 a von Chelonia entspricht. In allen ist eben immer auch wieder ein faserartiger spindelförmiger Hauptkörper zu erkennen und Fortsätze, welche entweder von dem einen Ende desselben hervorgehen, so dass das andere Ende dann frei bleibt und die Spindelform bewahrt, oder die Fortsätze gehen nach beiden Seiten vom Körper ab, und beide Enden bleiben frei. Die Aeste selbst können sich dann wiederum theilen. Diese Zellen liegen gerade so wie bei den Reptilien in der äusseren granulirten Schicht, in welche auch die Fortsätze der kernhaltigen Zellen ja hineinragen. Taf. XXIV, Fig. 81 und 86 zeigen von Ente und Krähe derartige Zellen, welche noch theilweise in der granulirten Schicht liegen, theilweise aus derselben hervorragen. Auf der letzteren Abbildung liegt die Zelle in einem Stückchen der granulirten Schicht, welches eine ziemliche Breite besitzt, so dass man schräg von oben her auf die äussere Fläche heraufsieht und die tieferen Partien, welche bei tieferer Einstellung gezeichnet sind, daher über die oberflächlichen zu liegen kommen. So sieht man auch einen einer kernhaltigen concentrischen Zelle angehörigen Kern, der durch die granulirte durchschimmert, bei β, hier höher liegen als den Körper der kernlosen Zelle, welche oberflächlicher liegt bei α. Sonst erblickt man noch die Fusskegel einiger Neuroepithelien und die Limitans.

Was die radialen Stützzellen anlangt, so sind auch diese denen der Reptilien durchaus gleich. Taf. XXII, Fig. 36 zeigt zwei von einer jungen Ente, Fig. 33 vom Huhn, Fig. 35 von der Krähe. Alle Zellen haben deutliche Kernanschwellungen, die in der inneren Körnerschicht liegen. Von dieser Stelle aus steigt der Stamm der Zelle glatt oder kurze Aeste tragend mehr oder weniger weit nach aussen auf, bis in der Nähe der äusseren granulirten Schicht der Zerfall in Aeste stattfindet. Diese sind relativ kurz, und tragen häufig an ihren Enden wieder deutlich jene schon früher beschrie-

benen conischen Anschwellungen, an denen dann unmittelbar die Limitans ansitzt. Auch hier können dann wieder Membranen vorkommen, wie auf Fig. 35, wo noch ein Korn dazwischen liegt. Das innere Ende der Zelle theilt sich wieder sehr bald nach innen von dem Kern, die Aeste sind oft recht fein und reissen leicht ab, sie durchsetzen glatt die innere granulirte Schicht und endigen kegelförmig anschwellend. Auch hier bei den Vögeln findet man immer Zellen, welche einfach endigen, wie bei den Reptilien, aber auch hier bilden sie die entschiedenen Ausnahmen.

Maasse:

Ente.

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm. 20—23 μ.
c. kl. Stz.: „ „ 52—82 μ, Breite 1,5—2,5 μ.
r. Stz.: Länge 110—125 μ.

Krähe.

c. kl. Stz.: grösster Durchm. 100—104 μ, Breite 1 μ.
r. Stz.: 100—120 μ.

Huhn.

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm. 39—50 μ.
c. kl. Stz.: „ „ 94—129 μ, Breite 0,75—1,00 μ.

Säugethiere.

Bei den Säugern waren die concentrischen Zellen, wenigstens die kernhaltigen, schon mehrfach gesehen. Wie aus der oben angeführten Litteratur hervorgeht, hatten Kölliker und Merkel sie beim Rinde, Rivolta, Golgi und Manfredi und Schwalbe beim Pferde, Ranvier bei der Katze, Schwalbe und Dogiel beim Menschen, Nordenson bei verschiedenen Säugethieren gefunden, und zum Theil auch als zur Stützsubstanz gehörend gedeutet. Sei es mir gestattet hier jetzt kurz die Resultate meiner Untersuchungen mitzutheilen.

Ich will zu diesem Zwecke die verschiedenen von mir untersuchten Thiere hier zusammenfassen, da dieselben sämmtlich denselben Typus erkennen liessen. Den Menschen will ich zuletzt gesondert besprechen.

Die äusseren kernhaltigen Zellen habe ich bei den Säugern nicht gefunden.

Die mittleren und inneren liegen wieder in einer Reihe an

der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht an. Es sind platte, sehr stark verästelte Zellen von ungemeiner Grösse mit grossem ungefähr kugeligem oder ovalem Kern und Kernkörperchen. Der den Kern umgebende Theil des Zellkörpers ist relativ gering an Masse, doch grösser wie bei den vorigen Klassen mit Ausnahme der Fische. Der Zellleib ist dicht am Kern gewöhnlich feinkörnig, die Ausläufer erscheinen mehr homogen. Während der Kern sich deutlich färbt, bleibt der Zellkörper hell, ungefärbt oder färbt sich doch nur schwach. Die Fortsätze der Zellen sind so lang, dass sie grösser sind als die Entfernung von einem Zellkern zum anderen, wenn die Zellen sich in der natürlichen Lage an der äusseren granulirten Schicht befinden, es ist in Folge dessen nothwendig, dass die einzelnen Zellen mit ihren Ausläufern in das Gebiet benachbarter Zellen hineinragen, und dass die Ausläufer sich durchflechten. Ein Anastomosiren derselben mit denen benachbarter Zellen habe ich nie gesehen und nehme es nicht an. Die Ausbreitung der feineren Fortsätze geht in der äusseren granulirten Schicht vor sich und hier bilden dieselben also ein dichtes Geflecht, zwischen dessen Fasern eine Anzahl Lücken übrig bleiben, durch welche die die Retina senkrecht durchsetzenden Elemente hindurchtreten. Die Zellkörper mit den Kernen und ebenso gewöhnlich der Anfang der grösseren Fortsätze liegen regelmässig wie bei den drei letzten Klassen auch nach der inneren Körnerschicht hin frei. Oefters sieht es auf dem Retinaquerschnitt so aus, als wenn um jeden dieser grossen Zellkörper ein heller Hof läge, doch ist dies durchaus nicht immer der Fall. Man wird das eben Gesagte wohl erkennen können auf Taf. XXIV, Fig. 95, welche einen Theil eines Retinaquerschnitts vom Kaninchen nach Goldbehandlung wiedergiebt, und auf Taf. XXIV, Fig. 97, welche ein Stück eines Querschnitts der Pferderetina zeigt. Beide Präparate verdanke ich Herrn Dr. Nordenson. Auf der ersten Abbildung sieht man die grossen, hier querovalen Kerne mit deutlichen Kernkörperchen, theilweise von einem hellen Hofe umgeben, die Zellkörper traten bei dieser Färbung nicht besonders gut hervor. Auf dem Präparat vom Pferd sind auch die Zellkörper (β) deutlich sichtbar und ebenso die Anfänge der Fortsätze. An einer Stelle, bei β′, bemerkt man, dass der Kern soweit nach innen tritt, dass er bei der sehr schmalen inneren Körnerschicht die innere granulirte erreicht.

Auf Taf. XXIII, Fig. 43 b sieht man dann eine derartige Zelle vom Kaninchen isolirt von der Fläche. Diese Zelle ist bei derselben Vergrösserung gezeichnet wie alle anderen, man erkennt so leicht die kolossale Grösse derselben, welche alle bisherigen übertrifft. Diese Grösse wird hervorgebracht durch die so sehr langen, schlanken Fortsätze, die ja sicher theilweise noch länger sind als die hier gezeichneten, da bei ihrer grossen Feinheit die Wahrscheinlichkeit, dass Stücke von ihnen bei der Isolirung aus dem dichten Filz, in dem sie stecken, abreissen, natürlich sehr gross ist. Fig. 43 a zeigt eine ebensolche Zelle im Profil. Man sieht den an der einen Seite der Zellplatte sich vorbuckelnden Kern und den langen schmalen Contour der Platte bis zu den beiderseitigen Fortsätzen. Um sich schnell eine Vorstellung von der Grösse dieser Zellen zu bilden, vergleiche man Fig. 45 a, b, c, d, welche radiale Stützzellen vom Kaninchen bei derselben Vergrösserung darstellen. Taf. XXIII, Fig. 46 giebt ein Stückchen der äusseren granulirten Schicht der Kaninchenretina bei 220 facher Vergrösserung wieder, während die bisherigen Zeichnungen der einzelnen Zellen bei 240 facher ausgeführt waren. Das Stückchen der granulirten Schicht stammt aus einem Schüttelpräparate her, und ist so gelagert, dass man von innen her auf die Schicht heraufblickt. Es treten hier deutlich die Zellkörper mit ihren Kernen hervor, man sieht wie die weitverzweigten Fortsätze mit denen benachbarter Zellen sich kreuzen. Ausser diesen Fortsätzen ziehen noch eine Menge feiner Fäserchen überall hin, sich ebenfalls mannichfach schneidend, und dazwischen befinden sich die kleinen Körnchen der granulirten Substanz. Von allen diesen Gebilden umgeben und umgrenzt sieht man dann eine Menge grösserer und kleinerer Oeffnungen, welche jedenfalls zum Durchtritt für die die Retina radial durchsetzenden Elemente dienen. Diese Oeffnungen sind hier von ganz anderen Gebilden begrenzt wie in den concentrischen Schichten der Fische. Bei diesen lagen die Zellen frei für sich und sie bildeten die Lücken; hier liegen noch nervöse Fäserchen und granulirte Substanz zwischen den Ausläufern der Zellen gemäss der stärkeren Entwickelung der granulirten Schicht und der Verschiebung der Schichten gegen einander, durch welche die concentrischen Zellen theilweise in die granulirte hineinverlegt, mit ihr vermischt werden. Man sieht aber auch auf dieser Zeichnung deutlich, wie schwierig es sein dürfte hier nervöse Fäserchen und

feine Fortsätze der concentrischen Zellen auseinanderzuhalten. Allerdings sind die Zellfortsätze nicht varicös, ich habe das wenigstens an meinen Präparaten bei keinem Thiere gesehen, und halte daher die Abbildung von Golgi und Manfredi auch nicht für eine solche, die dem wirklichen Verhalten der Zellen entspricht. Aber die Nervenfasern brauchen ebenfalls nicht varicös zu sein. Ich habe bis jetzt der kernlosen concentrischen Zellen noch gar nicht gedacht, welche ja bisher doch auch stets in der äusseren granulirten Schicht eingebettet waren. Sie liegen an diesem Orte auch bei den Säugern (wenigstens mit hoher Wahrscheinlichkeit, wie wir sehen werden), und müssen in diesem Fasergewirr mit enthalten sein.

Taf. XXIII, Fig. 47 a und b geben die Bilder zweier kernhaltiger Zellen vom Hunde, die denen des Kaninchens durchaus ähnlich sind.

Taf. XXIII, Fig. 51 a, b, c zeigen derartige Zellen vom Schwein. Die Zellen sind kleiner als die bisher betrachteten, sonst aber denselben ähnlich. Fig. 51 a giebt nur das Mittelstück mit dem Kern und den Anfängen der Fortsätze.

Taf. XXIII, Fig. 52 a, b stellen solche Zellen vom Rinde dar. Fig. 52 a zeigt einen relativ mächtigen Zellkörper, wie er den Beschreibungen der Forscher entspricht.

Aehnlich gross ist der mittlere Zelltheil beim Pferde auf Fig. 55. Die Zelle ist fast sternförmig, so regelmässig gehen nach allen Seiten hin die Fortsätze aus. Auch ist die Zelle sicher noch weit grösser gewesen, denn die Fortsätze endigen auf der Zeichnung noch recht dick und abgebrochen. Nach dem, was ich von diesen Zellen gesehen habe, kann ich die Form der Zellen auf der Abbildung von Golgi und Manfredi nicht als die natürliche anerkennen, abgesehen auch von den erst schon erwähnten Varicositäten. Die Ausläufer gehen zu plötzlich von dem zu dick gezeichneten Körper ab. Ebenso wenig kann ich die von Schwalbe (16) gegebene Zeichnung von dem Aussehen dieser Zellen beim Pferde als genau ansehen.

Taf. XXIII, Fig. 56 zeigt den mächtigen Zellkörper zweier Zellen vom Hirsch mit Anfängen der Fortsätze.

Im Gegensatze zu diesen sehr kräftigen, starken Zellen steht dann die durchaus schlanke, mit sehr zarten Fortsätzen versehene von Meerschweinchen (Taf. XXIII, Fig. 58).

Taf. XXIII, Fig. 42 endlich stellt eine derartige Zelle von der

Katze dar. Diese Anzahl von Säugern, welche den Ungulata Perissodactyla, Ungulata Artiodactyla, Carnivora, Glires angehören, lassen es wohl schon als sehr wahrscheinlich annehmen, dass diese Zellen allen Säugern zukommen werden.

Man sollte nun annehmen, dass es bei der Grösse dieser Zellen keine Schwierigkeit haben dürfte, dieselben auf einem Schüttelpräparate aufzufinden. Ist das Schüttelpräparat gelungen, so dass die Retina sich gut in ihre einzelnen Elemente gesondert hat, ohne dass diese zu stark angegriffen sind durch die langsame Maceration, so ist es auch in der That nicht schwer, die Zellen zu finden und auch in schönen Exemplaren zu finden. Ihre Grösse verräth sie eben, wo sie auch liegen mögen. Ist das Präparat aber nicht so gelungen, ist es zu wenig oder zu viel macerirt, so kann man oft suchen und suchen, ohne auch nur eine Spur davon auffinden zu können. Mir ist das z. B. beim Hund in dem Anfange der Untersuchung mehrere Male nach einander so ergangen, so dass ich schon fast zu der Meinung gekommen war, dass der Hund derartige Zellen nicht besässe, da ich mir nicht vorstellen konnte, dass solch grosse Elemente sich so leicht verbergen könnten, und doch war es schliesslich so, denn als einmal die Maceration gut gelungen war, hatte es durchaus keine Schwierigkeit eine Menge dieser Zellen auch beim Hunde nachzuweisen. Dieselben auf einem Isolationspräparat in situ zu sehen, so dass man Lage und Ausdehnung der Zelle beurtheilen kann, ist immerhin nicht ganz leicht. Taf. XXIV, Fig. 96 zeigt bei 300 maliger Vergrösserung ein Stückchen der Hunderetina von einem Schüttelpräparat. Dasselbe giebt ungefähr ein Querschnittsbild. Man sieht deutlich eine grosse Zelle, deren Fortsätze an beiden Seiten noch weit frei hervorragen. Man erkennt an diesem Bilde auch einigermaassen das Grössenverhältniss der Zelle zur Retina.

Wenn man auf jenem Querschnitt der Kaninchenretina in Fig. 95 die Entfernung der Kerne der concentrischen Zellen misst, so findet man, dass dieselben 46—83 μ, im Durchschnitt 66 μ, aus einander stehen. Die Grösse der Zellen beim Kaninchen ist etwa 400—450 μ. Es wird also eine Zelle nach jeder Seite mit ihren Aesten etwa über die drei nächsten Zellgebiete hinziehen und noch die Ausläufer der sechsten bis siebenten Zelle berühren können. Eine Zelle z. B., die in der Mitte des hier dargestellten Bildes mit ihrem Kern läge, würde mit ihren Fortsätzen noch an beiden

Seiten frei hervorragen. Es sind also Zellen von so kolossaler Ausdehnung, dass sie alle anderen in der Retina vorhandenen Elemente weit an Grösse übertreffen. Dass bei dieser Ausdehnung so weit verzweigter Elemente nun in der äusseren granulirten Schicht ein unendliches Fasergewirre entstehen muss, ist ja selbstverständlich.

Die kernlosen Zellen der Säuger sind ebenfalls sehr gross, grösser als bei allen Thieren, die Fische ausgenommen. Sie sind indessen trotz ihrer Grösse nicht ganz leicht zu finden, da sie recht zart sind, und sich, da sie ebenfalls mannichfach verästelt sind, sehr schwer aus dem Filz isoliren. Sie haben wie alle derartigen Zellen bisher den langgestreckten, spindelförmigen Grundtypus bewahrt. Taf. XXIII, Fig. 44 a und c zeigen solche Zellen vom Kaninchen, bei denen sowohl von dem langgestreckten Körper wie namentlich von den Enden zahlreiche Aeste abgehen, Fig. 44 b eine von demselben Thiere, bei der die Verästelung mehr von dem einen Ende ausgeht. Fig. 48 a, b zeigen zwei solche Zellen vom Hunde. Fig. 53 zwei vom Rinde, welche breiter sind und eine Menge von Aesten besitzen.

Wo diese Zellen bei den Säugern liegen, ist nun recht schwer zu sagen. Nach dem vorhergehenden spricht ja alles dafür, dass man sie nach aussen von den kernhaltigen Zellen in der äusseren granulirten Schicht zu suchen hat. Nachzuweisen, ob sie dort liegen, ist mir aber bis jetzt unmöglich gewesen. Die Verhältnisse liegen hier anders wie bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln. Bei diesen allen waren die kernhaltigen Zellen sehr klein und zeigten nur ganz kurze Fortsätze, so dass es leicht war zu entscheiden, welchen Zellen bestimmte Theile, die man aus der äusseren granulirten Schicht an Isolationspräparaten hervorragen sah, nur allein angehören konnten. Hier ist das anders, sowohl kernhaltige wie kernlose zeigen denselben Verästelungstypus, und wenn sie sich auch in etwas durch die Grösse unterscheiden, so ist es doch nicht möglich zu sagen, welch einer Art von Zellen etwaige Fortsätze, die man hervorragen sieht, angehören. Die Entscheidung würde nur dann möglich sein, wenn man das Glück hätte, eine kernlose Zelle mit ihrem gesammten Körper freiliegend zu sehen, während noch einige Fortsätze in der betreffenden Schicht festsitzen. Solch ein Präparat zu finden, ist mir bis jetzt aber nicht gelungen. Trotzdem glaube ich mit grosser Wahrscheinlichkeit

annehmen zu dürfen, dass die Zellen in der äusseren granulirten Schicht enthalten sind. Denn einmal spricht dafür ihr Verhalten in den nächst anschliessenden Klassen bis zu den Fischen hin, und dann sieht man an Isolationspräparaten auch nur aus dieser Schicht verästelte Zellen hervorragen. Ebensowenig findet man bei Schnittpräparaten in einer anderen Schicht etwas von diesen Zellen.

Die radialen Stützzellen der Säuger sind am meisten denen der Fische ähnlich. Es sind platte, glatte, faserähnliche Zellen mit deutlicher Kernanschwellung, oder mehr seitlich ansitzendem Kern, das ist verschieden je nach den Dimensionen beider. Die Kerne liegen wieder in der inneren Körnerschicht. Die Theilung des äusseren Zellendes beginnt verschieden früh, gewöhnlich in der Gegend der äusseren granulirten Schicht, oder besser der concentrischen Zellen, aber mitunter auch schon früher. Gemäss der relativ grossen Dicke der äusseren Körnerschicht sind die Aeste lang und zart und verästeln sich selbst wieder vielfach. Sie endigen an der Limitans entweder einfach ohne Anschwellung oder mit kleinen Kegeln. Von diesem äusseren Zellende können mitunter auch schon in der inneren Körnerschicht kleine derartige Fortsätze abgehen. Ebenso können membranöse Ausbreitungen oder Membranen zwischen den Aesten vorkommen, doch sind es Ausnahmen. Das innere Zellende läuft als gerader glatter Stamm durch die innere granulirte hindurch und endigt entweder einfach kegelförmig anschwellend, oder es findet auch eine kurze Theilung statt, die entweder schon im inneren Theile der inneren granulirten Schicht beginnt, oder auch erst in der Ganglienschicht ihren Anfang nimmt. In diesem Falle endigt natürlich jeder Ast wieder mit kegelförmiger Anschwellung. Zwischen diesen Aesten können sich wieder Membranen ausspannen. Je weiter diese Stützzellen von dem mittleren Theile der Retina nach den Randpartien zu abliegen, um so kürzer sind sie natürlich, und um so mehr mit Dornen versehen, ganz ähnlich wie bei den anderen schon betrachteten Classen. Taf. XXIII, Fig. 45 a, b, c, d stellen solche Zellen vom Kaninchen dar, an denen man verschiedene Formen der inneren Verästelung wahrnimmt. Die letzte zeigt eine ganz niedrige Zelle aus der Randpartie mit mehrfachen Dornen. Fig. 49 a, b solche vom Hunde, Fig. 54 eine vom Rinde mit einfacher kegelförmiger Endigung. Auf dem Querschnitt Taf. XXIV, Fig. 95 vom Kaninchen sieht man leicht die Kerne der radialen Zellen und den Durchtritt

dieser durch die innere granulirte Schicht, sowie die Theilung des inneren Endes, die beim Kaninchen eine recht ausgeprägte ist.

Maasse:

Ich will die Maasse hier nicht von sämmtlichen untersuchten Thieren geben, es mögen einige Beispiele genügen.

Kaninchen:

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser 417—448 μ.
c. kl. Stz.: „ „ 240—291 μ.
r. Stz.: Länge 94—117 μ.

Hund:

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser 304—312 μ.
c. kl. Stz.: „ „ 240 μ.
r. Stz.: Länge 125—146 μ.

Was den Menschen anlangt, so gilt wahrscheinlich alles von den Säugern Gesagte im wesentlichen auch für ihn. Ich sage „wahrscheinlich“, da ich Mangels guten Materials nicht alles so gut am menschlichen Auge habe untersuchen und sehen können wie bei den Thieren. Frische menschliche normale Augen sind eben schwer zu bekommen. Auf einem Querschnitt der menschlichen Retina lassen sich die kernhaltigen Zellen unschwer nachweisen. Sie liegen hier wieder an der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht an, gerade wie bei den schon beschriebenen Säugern, scheinen aber nicht sehr dicke Zellkörper zu besitzen. Diese Zellen sind hier auch schon gesehen worden, Schwalbe, Krause, Dogiel erwähnen dieselben. Schwalbe (16, p. 394) deutet sie auch richtig, Krause (36, p. 163) und Dogiel (29) rechnen sie dagegen den nervösen inneren Körnern zu. Der letztere scheint diese Zellen am genauesten untersucht und am besten gesehen zu haben. Er beschreibt sie als die „multipolaren Zellen“ des Ganglion retinae, lässt sie am meisten nach aussen von den inneren Körnern eine Schicht bilden, und giebt an, dass die grossen Kerne zum Theil in die äussere granulirte Schicht hineinragen. Er findet, dass dieses Hineinragen verschieden weit geht, und dass an der Grenze der granulirten Schicht über jeden dieser Zellkerne ein glänzender dickerer Strich verläuft. Dieser ist die Andeutung einer Zellplatte, von der Fortsätze ausgehen, die in der äusseren granulirten Schicht auf längere Strecken ungefähr horizontal hinziehend verfolgt werden können. Gemäss seiner Anschauung, dass

es Nervenzellen sind, findet er dann auch Zusammenhang dieser Fortsätze mit Neuroepithelien und einen inneren Fortsatz. Ich halte es nach seiner Beschreibung und namentlich nach den Abbildungen für zweifellos, dass er die concentrischen Zellen gesehen hat, welche nun aber natürlich nicht mit nervösen Elementen zusammenhängen und auch nicht einen inneren Fortsatz besitzen. Ich habe diese Zellen nicht gut isolirt gesehen, da der eine Versuch, den ich machen konnte, missglückte, und kann daher über die nähere Beschaffenheit der Zellen nichts aussagen, zweifle aber nicht daran, dass sie ähnlich verästelt sein werden, wie die der übrigen Säuger. Eine Andeutung davon sieht man auf Taf. XXIV, Fig. 98. Diese stellt ein Stück eines Schrägschnittes der menschlichen Retina dar. Ich verdanke das Präparat Herrn Dr. Nordenson. Man erkennt leicht die äusseren und inneren Körner und zwischen beiden ein Stück der äusseren granulirten Schicht. An der inneren Seite dieser sieht man eine grosse Zelle anliegen mit grossem Kern und Kernkörperchen. Um diesen liegt der Zellkörper, welcher nach verschiedenen Richtungen hin kurz abgeschnittene Fortsätze zeigt. Dieses ist eine solche concentrische Zelle.

Ich möchte hierbei gleich noch bemerken, dass Herr Dr. Nordenson mich auf Zellen in der menschlichen Retina aufmerksam machte, welche ausserhalb der äusseren granulirten Schicht lagen, und allem Anscheine nach nicht zu den äusseren Körnern gehörten. Die betreffenden Retinapräparate stammten von dem Auge eines Hingerichteten, das ganz frisch in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet war. Die Zellen lagen in der ausserhalb der äusseren granulirten befindlichen Faserschicht, hatten grosse sich wenig oder gar nicht färbende Kerne, theilweise mit deutlichen Ausläufern versehene verschieden grosse zarte Körper, und lagen ganz unregelmässig mehr oder weniger nahe zusammen und mehr oder weniger weit von der granulirten Schicht entfernt. Sie nahmen nach dem Retinarande entschieden an Menge zu, waren in den mittleren Partieen sogar recht selten. Welche Bedeutung diese Zellen haben, welche ich in Präparaten anderer menschlicher Retinae vergeblich suchte, ist mir durchaus dunkel. Ausserdem fanden sich in dieser Retina auch noch rundliche Kerne zwischen den äusseren Körnern unregelmässig zerstreut, in geringer Zahl, ähnlich wie beim Hecht.

Ebensowenig, wie ich die kernhaltigen Zellen auf einem Schüttelpräparat sehen konnte, habe ich die kernlosen gesehen, die ja natür-

lich nur auf ganz gut gelungenen derartigen Präparaten zu finden sind. Auf Querschnitten lassen sich diese Zellen ja auch nicht nachweisen. Auch ihre Existenz ist nach ihrem allgemeineren Vorkommen bei Säugern in hohem Grade wahrscheinlich, aber eben noch nicht nachgewiesen.

Die radialen Zellen verhalten sich ganz genau so wie die der sonstigen Säuger. Taf. XXIII, Fig. 57 a, b, c stellt mehrere derselben dar. Es sind recht zarte faserartige Zellen, deren in der inneren Körnerschicht liegender Kern gemäss der Dünne der Zelle weit aus dieser hervorragt und so ihr anzusitzen scheint. Das äussere Ende geht von dem Kern zunächst glatt weiter, und zerfällt dann in der Gegend der concentrischen Zellen oder etwas früher in seine Endäste. Diese Endverästelung ist beim Menschen eine sehr vielfache, die Aeste selbst sind sehr zart. Man kann sie indess deutlich bis zur Limitans verfolgen. Das innere Ende geht faserartig, glatt durch die innere Körnerschicht und die innere granulirte hindurch, um sich in der Ganglien- und Nervenfaserschicht entweder zu kurzen Aesten aufzulösen oder einfach zu einem Conus zu verbreitern. Die Figg. 57 a, b, c zeigen verschiedene Arten dieser inneren Enden. Wie bei allen anderen Thieren kommen auch hier Membranen und dornenartige Aeste vor, aber durchaus nicht als Regel. Dass die Zellen mit einander anastomosiren nehme ich nicht an, da ich niemals eine Andeutung davon gesehen habe. Die Abbildung, welche Schwalbe (27, p. 94) nach M. Schultze von den radialen Zellen giebt, entspricht meiner Meinung nach durchaus nicht dem natürlichen Verhalten derselben, wie man bei einem Vergleiche meiner Abbildungen mit der citirten ja auch leicht sehen wird. Ebenso wenig kann ich der Angabe von Schwalbe (27, p. 94) beistimmen, dass in den Radialfaserkegeln sich nicht selten Kerne finden, eingebettet in eine feinkörnige Substanz von weicherer Beschaffenheit als die Rinde. Ich habe diese Gebilde weder auf Isolationspräparaten noch auf Querschnitten jemals gesehen. Auch Merkel (37, p. 223) giebt an, dass er dieselben nicht gefunden habe. Ebenso geht aus dem Gesagten hervor, dass ich die Ansicht von Merkel (26, 37) nicht theilen kann, nach welcher die radialen Zellen in der Ganglienzellenschicht und den beiden Körnerschichten durch regelmässige Abgabe von Aesten, welche theilweise membranös sind, und mit denen benachbarter Zellen anastomo-

siren, ein Gerüst darstellen, welches die in den betreffenden Schichten liegenden Zellen trägt. Dass die an den Zellen vorhandenen Aeste (also namentlich die in der äusseren Körnerschicht regelmässig vorkommenden) natürlich zur Stütze der anliegenden nervösen Theile dienen, ist ja klar, das sieht man ja auch aus dem Anliegen einer Anzahl von Körnern bei Isolirung der Zellen, aber dass ein solches Korbwerk gebildet wird, habe ich nicht sehen können. Ebensowenig habe ich jemals einen Zusammenhang zwischen den radialen Zellen und den Scheiden der Zapfenfasern finden können.

Nachdem ich so gezeigt habe, dass die concentrischen Zellen allen Thierklassen zukommen, und welches ihre sowie der Radialzellen Form und Lage ist, bleibt mir noch übrig anzugeben, welche Unterschiede für diese Zellen existiren, je nachdem sie mehr nach der Mitte des Auges zu liegen oder nach dem Rande, und wie sie sich an der Ora serrata verhalten.

Sowohl die concentrischen wie die radialen Zellen sind im Allgemeinen in den mittleren Partien der Retina am besten entwickelt, resp. am grössten und nehmen nach den Randpartien zu an Grösse ab. Wie sich die concentrischen Zellen in der Macula lutea verhalten, habe ich bis jetzt noch nicht untersucht. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden sie daselbst sehr gross, aber sehr zart sein, entsprechend den radialen Elementen. Die Grössenverhältnisse übersieht man natürlich um so leichter, je einfacher der Bau der Zellen ist, und so giebt Petromyzon hier sehr hübsche Bilder, aber auch bei anderen Thieren mit grossen Zellen, so z. B. beim Hecht sind die Verhältnisse recht klar. Die radialen Zellen sind ferner, wie ich das ja schon öfter erwähnt habe, in den mittleren Partien im allgemeinen glatter und weniger mit Membranen versehen, in den seitlichen Partien dorniger, membranreicher.

An der Stelle des Opticusdurchtritts werden beide Zellarten einfach durchbrochen und hören dicht an den Opticusfasern scharf auf.

Ueber die Ora serrata ist Folgendes zu sagen. Aus den 1870 erschienenen Untersuchungen Merkel's (35) ist der gesammte Bau der Gegend der Ora serrata hinreichend bekannt. Ich habe dem dort Mitgetheilten nur wenig hinzuzufügen. Der Bau der Ora serrata war bei allen Thieren, welche ich untersuchte, principiell

der gleiche und auch die Modificationen dieses] Grundprincips waren nur sehr unbedeutende. Ich habe es daher für unnöthig gehalten, eine Anzahl verschiedener Abbildungen von Thieren verschiedener Klassen zu geben, und habe dafür als Beispiel eines gewählt, bei dem die Verhältnisse ungemein klar und anschaulich sind, den Hecht. Merkel hatte seiner Zeit dieses Thier als Vertreter der Fische gleichfalls gewählt, und so ist es ja leicht die beiden Abbildungen mit einander zu vergleichen. Von der Mitte nach der Ora zu werden alle Schichten der Retina allmählich dünner, doch bleiben alle Schichten noch bis zum Ende bestehen, woraus folgt, dass das Aufhören der eigentlichen zum Sehen dienenden Retina ein sehr plötzliches sein muss, dass dieses in der That so ist, sieht man an der Abbildung Taf. XXIV, Fig. 89 deutlich. Die Nervenfaserschicht ist noch bis zum Ende hin deutlich, sie hört eben so auf, wie Merkel sagt, dass zu der letzten Ganglienzelle die letzte Nervenfaser geht. Die Ganglienzellen hören aber erst sehr spät auf; wie man sieht, biegen sie aufwärts um, den inneren Körnern entgegen. Sie können das thun, da die innere granulirte Schicht stumpf kegelförmig endigt und so am Ende der Retina eine Verbindungsstrasse zwischen Ganglienzellenschicht und innerer Körnerschicht gebildet wird. Ob dieses bei allen Thieren stattfindet, ist mir allerdings zweifelhaft, bei der Krähe z. B. biegt die innere granulirte Schicht steil nach oben, um sich allmählich zuschärfend zu endigen, hier würde ja nun allerdings an diesem Ende auch eine Verbindung vorhanden sein, doch scheinen da keine Ganglienzellen mehr zu liegen. Nun, keinenfalls ist diese Verbindung von irgendwelcher Bedeutung, ihre grössere oder geringere Deutlichkeit hängt eben von dem früheren oder späteren Aufhören der inneren granulirten Schicht ab. Mit dieser Schicht hören auch die Spongioblasten auf, welche sich nach der Kegelspitze hin leicht umbiegen. Die innere Körnerschicht wird eigentlich nicht viel schmaler, im Gegentheil ganz gegen das Ende hin liegen beim Hecht die Körner noch etwas weiter von einander und so in breiterer Schicht, da hier eben durch den Wegfall der inneren granulirten mehr Raum bleibt. Auch dieses ist natürlich bei den Thieren anders, bei denen sich die innere granulirte weiter erhält. Einen mächtigen Dickenunterschied zeigt die Schicht der concentrischen Zellen. Wenn man Taf. XXIV, Fig. 88 mit der der Ora serrata vergleicht, wird man diesen Unterschied leicht sehen.

Schon ein Ende vor der Ora serrata rücken die Zellreihen enger an einander und in der Nähe derselben hören zuerst die innersten Lagen auf regelmässig sichtbar zu sein, bis sie schliesslich ganz verschwinden. Bis zuletzt hin sichtbar bleibt nur die mittlere Schicht, welche ja die grössten (wenigstens dicksten) Zellen besitzt; sie kann man in der That bis zum Aufhören der anderen Schichten verfolgen. Doch werden ihre Zellen sehr klein, und immer kleiner je näher dem Ende sie liegen. Die Schicht der äusseren concentrischen Zellen kann man ebenfalls fast ganz bis zum Ende verfolgen. Vielleicht gehen sie in der That bis zum Ende, denn es ist bei ihrer Kleinheit, sie werden hier natürlich auch noch kleiner, sehr schwer zu sagen, wo die letzte liegt. Ich habe sie jedenfalls bis ganz unmittelbar vor das Ende verfolgen können, aber eben nicht ganz so weit als die mittleren. Sehr interessant ist es nun, dass hier an der Ora, wo die Schichten sich schliesslich ja ziemlich drängen, weit mehr als in den mittleren Partien, diese äusseren Zellen des Hechts, die ja sonst immer nach innen von der äusseren granulirten Schicht liegen, auch durch diese durchtreten können, so dass man sie dann unmittelbar an der äusseren Seite derselben sieht, wenigstens an der äusseren Seite der inneren Abtheilung dieser Schicht nach meiner oben gegebenen Beschreibung. Ein Zeichen wieder, wie wenig die äussere granulirte Schicht mit diesen Zellen principiell zu thun hat, und ein Beweis mehr dafür, dass wir die aussen an der äusseren granulirten Schicht befindlichen Zellen von Torpedo, Ceratodus etc. als diesen homolog anzusehen haben. Merkel erwähnt die concentrischen Zellen auch, hat dieselben aber nicht bis zum Ende verfolgt. Die äussere granulirte Schicht wird in ihrem innern Theile gegen die Ora zu immer dünner, lässt sich aber bis zum letzten äusseren Korn verfolgen. Der äussere Theil, von dem ich oben angab, dass er ein netzförmiges Gefüge zeige, hat hier dieselbe Beschaffenheit, wird aber auch schmäler, und die Faserschicht, welche noch weiter nach aussen lag, wird zunächst sehr dünn, um schliesslich nicht mehr erkennbar zu werden. Der netzförmige Theil besitzt auch hier wieder öfters recht grosse Maschen, welche bei der Schmalheit der Schicht um so mehr in's Auge fallen. Bei dickeren Schnitten kann man sich über dieselben schlecht orientiren, sie erscheinen da als unverständliche Hohlräume, scheinen aber nichts besonders Wichtiges in Wirklichkeit zu sein. Die Stäbchen und Zapfen lassen

sich, immer kleiner werdend bis zum letzten äusseren Korn verfolgen, wie das Merkel des Genaueren beschrieben hat. Die radialen Zellen werden gegen das Ende der Retina deutlicher sichtbar, wie Merkel das auch hervorhebt, ich habe oben schon wiederholentlich auf diese kurzen dicken, dornigen Zellen aufmerksam gemacht. Ferner scheinen an dieser Stelle der Netzhaut die ungetheilten innern Enden zu überwiegen auch bei den Thieren, welche sonst langgetheilte innere Enden haben, z. B. den Reptilien und Vögeln. Hier werden die Theilungen zunächst kürzer und dann kommen auch einfach kegelförmig endigende Zellen vor, die ja freilich auch den mittleren Theilen der Retina nicht ganz fehlen. Es scheint mir diese Erscheinung dafür zu sprechen, dass die Grundform der radialen Zelle die mit einfachem inneren Ende ist, und dass die getheilten sich aus irgend welchem Grunde aus jener erst entwickelt haben. Diese Entwickelung muss allerdings schon sehr früh in der Thierwelt vor sich gegangen sein, da wir bei den Haien schon ganz langgetheilte Enden finden, und bei Petromyzon wenigstens kurze Theilungen. Hier am Rande der Retina und weiter in der Pars ciliaris kann man die radialen Zellen aber sicher in ihren einfachsten und damit ursprünglichsten Verhältnissen kennen lernen, und so sind die Formen, welche sie hier haben, auch voraussichtlich der Grundform am ähnlichsten. Nachdem die eigentlichen Retinaschichten aufgehört haben, bleiben die radialen Zellen allein übrig. Zuerst den letzten Zellen der Retina noch sehr ähnlich, nur an beiden Enden ungetheilt, ganz langen Cylinderzellen, den Linsenfasern z. B. ähnlich, nehmen sie ziemlich rasch an Länge ab, und an Breite zu, so dass schliesslich eine Epithelschicht übrig bleibt, gebildet zuerst noch aus Cylinderzellen mit rundlichem oder länglich ovalem Kern. Sehr bald aber werden die Zellen so niedrig und breit, dass die Zelle nicht mehr cylindrisch, sondern kubisch oder breit kubisch genannt werden muss, und dass die Kerne oft queroval stehen. So zieht dieses Epithel weiter, doch ist die Zellbeschaffenheit durchaus nicht gleichmässig, es können wieder Stellen kommen, an denen das Epithel höher wird, und die Kerne rund oder längsoval erscheinen, und auch bei den verschiedenen Thieren sind hier sicher Unterschiede vorhanden. Es ist ja auch nur eine ganz gleichgültige Modification der Form, ob die Zellen etwas höher oder etwas breiter sind.

Aus dem eben Gesagten folgt, dass, während die radialen

Zellen durch die ganze Retina gefunden werden, sowohl vor wie hinter der Ora serrata, die concentrischen Zellen nur in der eigentlichen Retina vorkommen. Während jene gewissermaasen den Grundstock der Retina bilden, sind diese nur in einer bestimmten Partie zwischen jene eingelagert. Es spricht dies dafür, dass sie, wie das ja auch von vorn herein anzunehmen war, eine reine Stützfunction auszuüben haben. So lange nervöse Elemente in der Retina eingelagert sind, so lange sind diese Zellen vorhanden, um sie in concentrischer Richtung zusammen zu halten.

Nachdem so die Form- und Lageverhältnisse dieser Zellen bei dem erwachsenen Thiere klar gelegt waren, lag es nahe zu fragen, wie sich dieselben während der Entwickelung verhielten. Da ich wirklich entwicklungsgeschichtliche Forschungen für diese vorliegende Untersuchung ausgeschlossen hatte, um die Dauer der Arbeit nicht noch mehr zu verlängern, so habe ich mich auf eine kurze Betrachtung der Entwickelung nach der Geburt beschränkt. Leider ist diese Beschränkung insofern noch eine grössere geworden, als ich die Untersuchung zu einer Zeit unternahm, in der ich nicht nur die äusseren concentrischen Zellen, sondern auch die kernlosen, wenigstens bei Säugern noch nicht gefunden hatte. Da ich die Untersuchung vornahm bei jungen Katzen in der ersten Zeit nach der Geburt, so wären die äusseren concentrischen Zellen nicht in Frage gekommen, da sie ja den Säugern fehlen, wohl aber wären die kernlosen zu untersuchen gewesen. Da ich nun aber seitdem nicht wieder zu diesem Theile meiner Untersuchung habe kommen können, so will ich wenigstens das, was ich über die kernhaltigen concentrischen Zellen gefunden habe, mittheilen. Taf. XXII, Figg. 37—41 und Taf. XXIII, Fig. 42 zeigen solche Zellen von verschieden alten Katzen. Wie man leicht bemerkt, wenn man die Reihe der Abbildungen betrachtet, nehmen die Zellen mit dem Alter des Thieres an Grösse und Masse zu. Die Ausläufer werden länger und verästeln sich mehr und mehr und zugleich nehmen die Zellkörper und Ausläufer an Volumen zu. Auch der Kern scheint zu wachsen, doch ist das nicht so genau zu verfolgen, da der Kern nicht eine kugelförmige, sondern eine mehr ellipsoide Gestalt besitzt, und leicht bei den verschiedenen Zellen in etwas veränderter Lage beobachtet werden kann, wobei er dann natürlich verschieden gross erscheinen wird. Immerhin ist mir aber auch beim Kern eine Grössenzunahme wahrscheinlich. Was die Grössenzunahme

des Zellkörpers anlangt, so ist der Beobachter auch hierbei natürlich manchem Irrthum ausgesetzt, da, wie wir das schon bei den Maassen der Zellen von erwachsenen Thieren bisher gesehen haben, die Zellen einer Retina nicht alle gleich gross sind. Immerhin sind die Maasse und das ganze Aussehen der Zellen bei jungen Thieren so wesentlich verschieden von dem bei erwachsenen, und auch zwischen den einzelnen Alterstufen zeigen sich so deutlich dem entsprechende Unterschiede, dass über ein wirklich vorhandenes Wachsthum kein Zweifel sein kann. Fig. 37 a, b zeigt zwei Zellen von einem einen Tag alten Kätzchen, der Zellkörper ist sehr klein, die Fortsätze sind kurz und zart und kaum verästelt. Bei einem Kätzchen von vier Tagen (Fig. 38) sind die Zellen schon grösser, die Fortsätze länger und theilweise verästelt. Bei einem sieben Tage alten Thiere (Fig. 39) zeigt der Zellkörper und mit ihm die Fortsätze Zunahme der Masse; bei einem dreizehn Tage alten Kätzchen (Fig. 40) sind die Zellen sowohl was Masse wie Länge der Fortsätze anlangt, schon ganz respectabel. Noch grösser und stärker verästelt bei einem Thiere von einundzwanzig Tagen (Fig. 41), doch findet noch immerhin Wachsthum statt, wie der Vergleich mit Fig. 42 lehrt, welche eine Zelle aus der Retina eines alten Katers darstellt. Das Wachsthum in den ersten Tagen nach der Geburt scheint ein sehr schnelles zu sein. Besondere Altersveränderungen der Zellen bei alten Thieren habe ich nicht bemerken können, insbesondere scheint der Kern immer erhalten zu bleiben, geradeso wie bei den radialen Stützzellen.

Wenn man Taf. XXIII, Fig. 50 a, b, welche Zellen aus der Retina eines 14 Tage alten Hundes darstellen, mit Taf. XXIII, Fig. 47 a, b vergleicht, welche solche aus der Retina eines erwachsenen Hundes wiedergeben, so wird man gleichfalls einen bedeutenden Grössenunterschied finden. Die Grösse der Kerne erscheint hier dagegen gleich. Da nun auch die von der einundzwanzigtägigen Katze abgebildete Zelle einen Kern besitzt, der an Grösse dem der von dem alten Kater herrührenden Zelle gleichkommt, so liegt die Annahme nahe, dass der Kern entweder zunächst schneller wächst als die Zelle, so früher ein Grössenmaximum erreicht und dann constant bleibt, während die Zelle noch weiter wächst, oder dass der Kern zunächst schneller wächst bis zu einem bestimmten Stadium, und von da ab nur ein äusserst langsames Wachsthum besitzt. Um zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden,

müsste man aber jedenfalls eine grosse Anzahl von Thierindividuen darauf hin untersuchen.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen geht also hervor, dass in der Retina von Wirbelthieren aller Klassen zwei Hauptarten von Stützzellen vorhanden sind: solche, welche der Oberfläche der Retina parallel liegend concentrische Schichten bilden, und solche, welche die Retina vom Margo limitans bis zur Limitans externa radiär durchsetzen. Beide Arten von Zellen haben bestimmte für die Thierklassen resp. für grössere Unterabtheilungen dieser characteristische Form und Anordnung. Bei den concentrischen Zellen tritt noch der merkwürdige Umstand auf, dass nicht nur kernhaltige, sondern auch kernlose vorhanden sind.

Bei Petromyzon finden wir die concentrischen Zellen in reichster Ausbildung, was Menge der Unterabtheilungen derselben anlangt, nicht betreffs der Ausbildung des Zellindividuums. Wir finden hier drei kernhaltige concentrische Schichten und zwischen der mittleren und inneren und innerhalb der inneren je eine kernlose. Die mittleren und inneren kernhaltigen Zellen sind kurze, dicke Körper mit kurzen, stumpfen Fortsätzen. Die kernlosen zwei verschieden breite Arten von Fasern, von spindelförmiger Gestalt ohne Aeste. Die radialen Zellen, für welche das Verhalten des inneren Endes in den verschiedenen Klassen besonders characteristisch ist, zeigen eine mittellange Theilung.

Auf Petromyzon folgen dann zwei Reihen von Thieren, bei deren jeder eine Fortentwicklung derart zu constatiren ist, dass die Zellschichten an Zahl abnehmen, die Zellindividuen sich mehr ausbilden und dabei dünner, platter werden.

Von den Plagiostomen zeigt Acanthias noch drei kernhaltige Schichten, während die kernlosen fehlen. Die äusseren Zellen sind wieder klein wie bei Petromyzon, die mittleren noch recht dick, aber doch schon mehr in die Breite entwickelt, die inneren platte, mächtig verästelte Zellen mit wenig Mittelkörper.

Bei Torpedo werden die äusseren Zellen so klein, dass nur der Kern noch deutlich sichtbar ist auf dem Querschnitt und Zerzupfungspräparat und die mittleren und inneren werden sehr platt, zeigen gute Fortsatzentwicklung, aber nicht so lange Fortsätze wie Acanthias. Auch hier sind kernlose Zellen zweifelhaft, möglicherweise zwischen den mittleren und äusseren vorhanden.

Bei Acanthias wie bei Torpedo besitzen die radialen Zellen langgetheilte innere Enden.

Die zweite Reihe beginnt mit den Ganoiden, von denen ich leider nur den Stör untersuchen konnte. Hier sind wieder die Zellindividuen besser ausgebildet, fortsatzreicher, die Fortsätze theilweise sehr lang und entwickelt gegenüber dem mittleren Zellkörper. Dabei sind die Zellen aber kolossal und plump, trotzdem indess überwiegt auch bei den dicksten Zellen die Längenausdehnung. Alle drei Arten der kernhaltigen Zellen sind vorhanden. Kernlose scheinen auch vorhanden zu sein, doch sind sie nur in so geringer Menge vertreten, dass ihre Lage nicht nachzuweisen ist. Die radialen Zellen haben ein ungetheiltes oder nur kurz getheiltes inneres Ende.

An die Ganoiden schliessen sich als Fortsetzung die Dipnoër an.

Ceratodus hat noch deutlich alle drei Arten der kernhaltigen Zellen, aber bei den äusseren sind die Zellkörper augenscheinlich so unbedeutend geworden, dass man auf Querschnitten und Zerzupfungspräparaten nur Kerne sieht. Die mittleren und inneren Zellen sind platt geworden mit guter Ramification. Die Aeste der Zellen sind indess nicht so lang wie beim Stör.

Ob kernlose Zellen vorkommen, ist fraglich. Sind sie vorhanden, so liegen sie zwischen der mittleren und äusseren Schicht. Die radialen Zellen sind am inneren Ende kurz getheilt, oder einfach, sind aber sehr breit geworden.

Sämmtliche Elemente der Retina haben an Grösse zugenommen, hauptsächlich sind dabei die Kerne gewachsen.

Protopterus. Die kernhaltigen Zellen nehmen stark an Grösse ab. Die äusseren erscheinen wie vorher als Kerne, die mittleren und inneren haben so kleine, dünne Zellplatten, dass sie auf dem Querschnitte auch häufig nur noch als Kerne erscheinen. Die Zellplatten anastomosiren wahrscheinlich nicht mehr. Ein deutlicher Unterschied zwischen mittleren und inneren Zellen ist nicht mehr vorhanden.

Zwischen mittleren und äusseren Zellen liegen kernlose, doch war es nicht möglich zu sagen ob einfache oder verästelte.

Die Radialzellen sind einfach am inneren Ende, noch sehr breit, aber nicht mehr so wie bei Ceratodus.

Die sämmtlichen Retinaelemente, namentlich die Kerne sind sehr gross.

Bei Protopterus tritt eine wirkliche Reduction der concentrischen Zellen, ein Rudimentärwerden derselben ein.

Die Teleostier schliessen sich am meisten von den bisher genannten Thieren noch an Stör an, doch sind auch diesem gegenüber wesentliche Unterschiede vorhanden. Sie bilden eine Gruppe für sich.

Esox lucius zeigt den Typus gut ausgeprägt. Die äusseren concentrischen Zellen sind hier mit deutlichen verästelten Zellplatten versehen und abgesehen von ihrer Kleinheit, verhalten sie sich geradeso wie die anderen. Die mittleren und die inneren sind gut entwickelt, zeigen wieder die Eigenthümlichkeit, dass die mittleren dicker sind und weniger lange Fortsätze haben als die inneren. Alle Schichten können sich unter Umständen verdoppeln, doch kommt dieses am gewöhnlichsten bei der inneren zur Erscheinung. Nach innen von der letzteren liegt eine starke Schicht von kernlosen Zellen. Dieselben sind platt, lang spindelförmig, unverästelt und bilden einen Filz. Sie entsprechen der inneren kernlosen Schicht von Petromyzon, doch sind sie viel grösser, in der That von ganz gewaltiger Grösse. Am besten lassen sich überhaupt die Schichten beim Hecht von einer Form ableiten, ähnlich wie Petromyzon. Es braucht hier nur die äussere kernlose Schicht fortzufallen, so ist die Schichtenfolge übereinstimmend. In allen Schichten sind dabei die Zellindividuen wohl platter, aber sonst sehr schön entwickelt.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende einfach oder kurz getheilt.

Einigermaassen wenigstens scheinen sich die anderen Fische dem Hecht anzuschliessen. Doch sind der untersuchten da noch zu wenige.

Bis hierhin sind alle Thiere, mit Ausnahme von Protopterus, mit anastomosirenden kernhaltigen concentrischen Zellen versehen. Im Durchschnitt ferner sind die mittleren Zellen die dicksten, haben aber kürzere Ausläufer als die platteren inneren. Wo die Fortsätze sich zusammenfügen, sind häufig Zellgrenzen sichtbar, doch können dieselben auch verschwinden. Im allgemeinen findet man sie leichter bei den mittleren Zellen als bei den inneren, doch kommen sie auch hier sicher vor. Ebenso verhalten sich bei guter Ausbildung die äusseren.

Die Amphibien schliessen sich unmittelbar an Protopterus an. Bei Rana kann man noch undeutlich der Lage nach mittlere und innere Zellen unterscheiden und auch die äusseren kommen hin und wieder vor. Die Zellplatten sind noch mehr reducirt als bei Protopterus. Dieselben anastomosiren wohl nicht untereinander. Nach den Angaben von Ranvier zu urtheilen, sind die verschiedenen Lagen bei Pelobates noch deutlicher als bei Rana.

Nach aussen von den mittleren Zellen, zwischen ihnen und den äusseren liegen deutliche kernlose Zellen, welche die spindelförmige platte Faser noch als Grundform erkennen lassen, aber Aeste besitzen.

Sowohl die kernhaltigen wie die kernlosen concentrischen Zellen sind sehr klein.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende einfach oder ganz kurz getheilt. Dieselben sind ungemein stark entwickelt.

Triton zeigt ähnliches, nur sind die concentrischen Zellen noch rudimentärer und noch mehr scheint das bei Salamandra und Axolotl der Fall zu sein, bei denen ich die betreffenden Zellen noch nicht finden konnte.

Die Amphibien setzen also den rudimentären Typus von Protopterus fort. Die einzelnen Elemente der Retina im allgemeinen, namentlich die Kerne, sind ja auch bei ihnen sehr gross.

Die Reptilien stehen den Amphibien ziemlich fern, sind unter einander aber sehr ähnlich, wenigstens was Chelonier und Saurier anlangt, auf die sich die Untersuchungen beziehen.

Chelonia, Emys und Lacerta zeigen kernhaltige Zellen, welche den mittleren und inneren oder den ersteren allein entsprechen. Dieselben haben dünne, mit Fortsätzen versehene Zellplatten. Anastomosen mit Nachbarzellen wohl nicht vorhanden. Die äusseren fehlen. An ihrer äusseren Seite (also entsprechend der Lage zwischen äusseren und mittleren) liegen kernlose Zellen. Dieselben zeigen alle Uebergänge von einer einfachen, platten, spindelförmigen Faser zu einer verästelten. Am leichtesten sichtbar ist dieses an den gewaltigen Zellen von Chelonia. Diese zeigen auch deutlich, dass die Formation hier eine ganz ähnliche wie bei den kernlosen Zellen von Petromyzon und den Teleostiern ist, es wird eben ein Faserfilz gebildet.

Die radialen Zellen haben langgetheilte innere Enden, ganz wie bei den Plagiostomen.

Die Reptilien zeigen also nicht den rudimentären Bau der Amphibien, doch sind die Elemente klein, wenigstens die kernhaltigen, die kernlosen grösser, theilweise sogar sehr gross.

Die Vögel schliessen sich an die Reptilien unmittelbar an. Auch bei ihnen ist nur eine Lage von kernhaltigen Zellen zu finden, mit dünnen Zellplatten und kurzen Ausläufern. Nach aussen von diesen liegen die kernlosen: wieder als Grundform eine platte spindelförmige Faser zeigend, die ziemlich stark verästelt ist. Auch hier sind die kernlosen Elemente weit grösser als die kernhaltigen. Die Ente zeigt die letzteren am breitesten und der Grundform mehr genähert als Huhn und Krähe.

Die radialen Zellen sind ebenso wie die der Reptilien lang getheilt am inneren Ende.

So stehen also Reptilien und Vögel enge zusammen.

Die Säugethiere verhalten sich dagegen wieder ganz abweichend, sowohl von Amphibien wie von Reptilien und Vögeln.

Auch bei den Säugern ist eine Reduction der Schichten eingetreten, aber die Zellindividuen sind so ausserordentlich stark entwickelt, wie kaum bei den Fischen.

Man findet auch hier wieder eine Schicht von kernhaltigen concentrischen Zellen, aber da die Ausläufer dieser Zellen viel länger sind als die Zwischenräume zwischen den Zellmitten, so liegen die Ausläufer benachbarter Zellen immer über einander und durch einander. Die Zellen sind wieder platt und besitzen durchschnittlich einen kleinen Mittelkörper, namentlich im Verhältniss zu den Ausläufern. Diese letzteren anastomosiren wohl nicht mit einander, sondern durchflechten sich nur zu einem unentwirrbaren Filz.

In diesem Filz mit darin liegen, wie es scheint, auch die kernlosen, die ja wahrscheinlich an der äusseren Seite der kernhaltigen anliegen. Auch diese sind sehr gross, entwickelt und verästelt, doch lassen sie immer noch die Abstammung von einer platten, spindelförmigen Faser erkennen.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende kurz getheilt oder einfach.

Von Protopterus an, oder vielleicht schon früher treten also kernlose Zellen nach aussen von der mittleren kernhaltigen Schicht auf.

Die kernhaltigen Zellen sind überhaupt die konstanteren, die

Grundelemente, zwischen welche sich die kernlosen wechselnderen schieben oder an welche sie sich anlegen.

Wir sehen aus dieser kurzen Zusammenstellung, dass im Allgemeinen bei höherer Entwicklung die Dicke der concentrischen Schichten abnimmt. Hierbei brauchen die einzelnen Zellen aber durchaus nicht rudimentär zu werden, sie können ebenso gut eine ganz exquisite individuelle Entwickelung zeigen.

Wir finden in der Thierreihe beides. Bei den Amphibien die wirkliche Rudimentärbildung, bei den Säugern die ausgezeichnete individuelle Entwicklung, die Reptilien und Vögel stehen so mitten inne. In allen Fällen wird durch die Verdünnung der Schichten dem Lichte leichterer Zutritt zu den Neuroepithelien gewährt.

Je nach der Ausbildung der concentrischen und der radialèn Zellen und je nach der Stärke derselben wird die Retina verschieden leicht in verschiedenen Richtungen reissen. Bald leichter parallel der Oberfläche, dann natürlich an der Stelle der concentrischen Zellen (daher die von Golgi und Manfredi bei der Retina des Pferdes angewandte Methode der Isolirung dieser Schicht), bald leichter in radiärer Richtung.

In allen Fällen scheinen die concentrischen Zellen nach dem Rande der Retina hin an Grösse abzunehmen. An der Ora serrata hören sie auf. Am weitesten können hier die mittleren Zellen, die ja auch die voluminösesten sind, verfolgt werden.

Zu der äusseren granulirten Schicht steht die Schicht der concentrischen Zellen nur in zufälliger Beziehung. Je nachdem der Nervenplexus, der jene charakterisirt, entwickelt ist, und je nachdem die concentrischen Schichten entwickelt sind, schieben sich die beiden durcheinander. Da die radialen Zellen durch die Lücken zwischen den concentrischen Zellen hindurchtreten müssen, um zur äusseren Körnerschicht zu gelangen, und da sie sich gewöhnlich nicht früher oder nicht viel früher in ihre äusseren Aeste auflösen können bis das Netz der concentrischen Zellen passirt ist, so liegt der Anfang der äusseren Verästelung der Radialzellen gewöhnlich in der Höhe der concentrischen Schicht resp. der äusseren Abtheilungen derselben. Demgemäss kann hier erst die äussere Körnerschicht beginnen, deren Zellen ja zwischen die Aeste der Radialzellen sich hinein begeben müssen, und da dicht an dem Anfange der äusseren Körnerschicht auch der Nervenplexus seine

natürliche Lage hat, so wird dieser und damit die granulirte Schicht entweder nach aussen von den äusseren kernhaltigen Zellen oder zwischen diesen und den mittleren sich einlagern. Da also, wo die äusseren Zellen fehlen, wird dieselbe an der äusseren Seite der übrig bleibenden mittleren kernhaltigen Zellen liegen. Finden sich zwischen den äusseren und mittleren kernhaltigen Zellen nun noch kernlose, so werden diese eben mit der granulirten Schicht entweder ganz oder zum Theil sich mischen, und so werden eventuell auch die Fortsätze der kernhaltigen Zellen in diese eintreten können. Bei Thieren, bei denen die äussere granulirte Schicht nur sehr schwach entwickelt ist, wie bei Petromyzon, Acanthias treten die äusseren Körner, wie es scheint, bis zur Theilungsstelle der radialen Stützzellen herab noch zwischen die concentrischen Zellen hinein.

In der ersten Zeit nach der Geburt scheint ein sehr intensives Wachsthum der kernhaltigen Zellen stattzufinden. Die kernlosen sind daraufhin nicht untersucht. Vielleicht verhalten sich bei jenem Wachsthum die Kerne etwas anders als die Zellen.

Bei Thieren die zeitlebens wachsen, wachsen wahrscheinlich auch diese Zellen fort, dafür spricht auch die Bemerkung Dogiel's bei seiner Untersuchung der Störretina, dass die Grösse der betreffenden Zelle sich nach der Grösse des Thieres richte.

Die radialen Zellen nehmen nach dem Rande der Retina zu auch an Länge ab, an Dicke häufig zu. Sie werden daselbst ausserdem leicht dornig und an den innern Enden häufig mehr einfach. Sie bilden die Pars ciliaris.

Wie ich im Obigen schon mehrfach hervorgehoben habe, sind die äusseren kernhaltigen concentrischen Zellen nicht so genau untersucht worden wie die anderen. Ich wurde eben erst ganz zuletzt auf dieselben als hierher gehörige Zellen aufmerksam und da fehlte es schon vielfach an dem nöthigen Material, um sie genau zu studiren. Die ganze Annahme, dass sie zu den concentrischen Zellen gehören, stützt sich im wesentlichen auf ihre Lage, nach der sie sich unmittelbar an die anderen concentrischen Zellen anschliessen und auf den Befund beim Hecht, bei welchem sie sich gut entwickelt, direkt als concentrische Zellen erkennen lassen. Sie haben übrigens gemäss ihrer Kleinheit und ihrem frühen Aufhören in der Thierreihe jedenfalls die untergeordnete funktionelle Bedeutung von den drei Arten der kernhaltigen concentrischen

Zellen. Vielleicht sind sie gut entwickelt gewesen bei Thieren, die noch tiefer standen als Petromyzon, und von denen der Hecht seinen Ursprung ableitet.

Es ist aus dem Gesagten überhaupt ersichtlich, dass diese Stützzellen, sowohl die concentrischen wie die radialen wohl geeignet sein dürften, als Leitfaden für phylogenetische Feststellungen zu dienen. Dieselben haben so charakteristische Formen, und scheinen diese so treu zu bewahren, dass es wohl lohnen dürfte, sie bei recht vielen Thieren genauer zu untersuchen. Wollte man dabei wirklich zu brauchbaren Resultaten kommen, so müsste man allerdings ein ungewöhnlich ausgebreitetes und gutes Material zur Verfügung haben. Ich halte es auch für wahrscheinlich, dass man diese Stützelemente für derartige Untersuchungen brauchbarer finden dürfte als die nervösen, da die letzteren als für die Function des Organs wichtigeren leichter in Folge bestimmter Functionsveränderungen oder Functionsentwickelungen bedeutendere Veränderungen aufweisen werden als jene. Es ist ja allerdings anzunehmen, dass mit jeder Aenderung der Sehelemente auch die sie umgebende und mit ihnen zugleich wachsende Stützsubstanz sich etwas ändern wird, doch ist es wahrscheinlicher, dass charakteristische Formen bei diesen festgehalten werden als bei jenen nervösen.

Nachdem ich die Resultate meiner Untersuchungen somit klar gelegt habe, möchte ich zum Schlusse noch auf die Ansichten eines Forschers über den Bau der Retina eingehen, die von denen aller anderen sehr wesentlich abweichen, ich meine auf die Ansichten von W. Krause.

In einer 1868 erschienenen Arbeit (12) behauptet Krause, dass die äussere granulirte Schicht zusammengesetzt sei aus einer Lage platter, verästelter, theilweise kernhaltiger, theilweise kernloser Zellen, welche anastomosirend eine durchlöcherte Haut, die Membrana fenestrata bilden. Diese Membran stelle die innere Partie der äusseren granulirten Schicht dar, die äussere Partie entsteht durch die hier dicht nebeneinander liegenden Fusskegel der Stäbchen- und Zapfenfasern und da diese granulirt seien, so verleihen sie namentlich der Schicht den granulirten Typus, zumal die kleinen Stäbchenkegel. Sonstige Granula existiren nicht. An die platten Zellen der Membrana fenestrata sollen sich nun einerseits ansetzen die Stützfasern und somit nur von dem Margo

limitans bis zu dieser Membran verlaufen. Andererseits sollen von aussen her die Stäbchen- und Zapfenfasern bis zu der Membran verlaufen und mit den Fusskegeln sich an dieselbe festheften, so dass auf diese Weise durch Vermittelung der platten Zellen der Membrana fenestrata die Stäbchen- und Zapfenfasern mit den Radialfasern in Verbindung stehen, woraus dann natürlich weiter folgt, dass Stäbchen- und Zapfenfasern gerade wie die Radialfasern der Stützsubstanz angehören. So soll der Bau der Retina in allen Wirbelthierklassen sein. Die Fasern, welche in der äusseren Körnerschicht sich scheinbar von der äusseren granulirten Schicht zur Limitans ext. hinziehen, sollen nur Stäbchenfasern sein, diese und die Zapfenfasern überhaupt die einzigen Elemente, welche die beiden obengenannten Schichten an einander halten. Die bei den Fischen nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegenen Zellen (unsere mittleren und inneren concentrischen Zellen) werden als Membrana perforata von der fenestrata unterschieden.

In einer zweiten 1884 erschienenen Mittheilung (30) fasst Krause seine inzwischen gewonnenen Resultate zu neuen Feststellungen zusammen. Er vertheidigt zunächst unter Anwendung neuer Untersuchungsmethoden seine früheren Angaben. Er giebt Abbildungen der Membrana fenestrata nach sehr feinen Flächenschnitten, zeichnet Radialfasern im Zusammenhange mit Stäbchen- und Zapfenfasern, und unterscheidet endlich drei aus Zellen zusammengesetzte, flächenhaft, der Fläche der Retina parallel ausgebreitete Schichten: zu äusserst die Membrana fenestrata, dann weiter nach innen gelegen die Membrana perforata, dann noch weiter nach innen das Stratum lacunosum. Es besitzen von diesen Schichten:

Die Säuger: Membrana fenestrata und Membr. perforata.

Die Vögel: Membr. fenestrata und Strat. lacunosum.

Die Fische: alle drei.

Bei diesen letzteren beschreibt Krause die einzelnen Schichten folgendermaassen (30. p. 232):

„1) Membr. fenestrata. Am meisten chorioidealwärts in unmittelbarem Anschluss an die Stäbchen- und Zapfenkegel liegt die von mir beim Hecht, Aal, Carpio carpio, und Carpio carassius beschriebene Membr. fenestrata. Sie besteht aus platten anastomosirenden, nicht granulirten Zellen. Nur selten lassen die Zell-

körper undeutliche Kerne erkennen, die keine Farbstoffe besonders anzuziehen vermögen. Die Ausläufer bilden ein Netz, in welchem rundliche oder ovale Maschen bleiben, ebensolche sind in die Zellkörper hier und da eingeschnitten. Chorioidealwärts hängen diese Zellen mit den Stäbchen- und Zapfenkegeln, glaskörperwärts mit den bindegewebigen radialen Stützfasern zusammen.

2) Membrana perforata. In der inneren Körnerschicht hatte schon H. Müller bei Fischen, namentlich bei Acerina cernua, auch bei Rochen, Haien und Petromyzon zwei Lagen grosser, multipolarer Zellen beschrieben, deren Fortsätze unter einander zusammenhängen. Die chorioidealwärts befindliche Schicht hatte ich als Membrana perforata bezeichnet, diese Zellen sind körnig, abgeplattet, mit grossem, von doppelter Contour umsäumtem Kern und deutlichem Kernkörperchen versehen, ihre Fortsätze sind relativ kurz, und das von denselben gebildete Netz sehr engmaschig etc.

3) Stratum lacunosum. Die glaskörperwärts sich daran schliessende Lage, von mir Stratum lacunosum genannt, besteht aus schlankeren, nicht granulirten, sehr dünnen, oder stark abgeplatteten Zellen. Deren Zellkörper sind weit tiefer eingeschnitten, ihre Fortsätze viel länger, das gebildete Netz zeigt grössere, speciell viel längere Maschen. Die Fortsätze sind sehr dünn und auf senkrechten Durchschnitten der Retina rufen diese Fortsätze das Bild von der Retinalebene parallelen Faserzügen hervor. Bei Knochenfischen, z. B. beim Hecht, kann man sie nicht verwechseln; sie kommen aber auch bei Vögeln vor, dicht an die Membr. fenestrata gedrängt, anscheinend noch zur sogenannten Zwischenkörnerschicht gehörend. Sie sind hier von vielen Beobachtern bei verschiedenen Thierklassen gesehen und z. B. von M. Schultze und Schwalbe als (äusserer) Nervenfaserplexus angesprochen worden; sie sollen sich in die Stäbchen und Zapfen fortsetzen."

Von den Amphibien und Reptilien wird nur kurz angegeben, dass bei Salam. macul. auf Querschnitten „die in Abständen liegenden Zellen der Membr. perforata sofort auffallen," und dass die Membr. fenestrata nachgewiesen sei bei Lacerta agilis, Salam. macul. und beim Frosch.

Bei den Vögeln folgt auf die Membr. fenestr. (die der oben bei den Fischen gegebenen Beschreibung entspricht) „glaskörperwärts eine einfache Lage dünner, abgeplatteter Zellen, welche voll-

kommen denen des Stratum lacunosum gleichen, nur dass ihre absoluten Dimensionen viel geringer sind. Ihre fadenartigen Ausläufer sind auch an Flächenschnitten, welche die Membrana fenestrata enthalten, sichtbar.

Bei den Säugethieren ist die Membr. fenestr. wieder wie oben vorhanden, glaskörperwärts von ihr „liegen in Abständen, ohne eine eigentliche, wenn auch perforirte Membran zu bilden, multipolare, blasse, doch ein wenig körnige Zellen mit einem grossen doppeltcontourirten Kern." Sie sind homolog den Zellen der Membr. perfor. der Fische. „Ein Strat. lacunosum lässt sich bei den Säugern nicht nachweisen. Zwar zeigt der Durchschnitt der Retina öfters ihrer Ebene parallele Faserzüge, dieselben liegen aber in der Gegend der Membr. fenestrata und sind deren Ausdruck. Dagegen zeigt die eigentliche (innere) Körnerschichte nirgends solche, der Retinaebene parallele Faserzüge, durch welche sich auf senkrechten Durchschnitten die Anwesenheit eines Stratum lacunosum unzweifelhaft verrathen müsste."

Die Maassangaben, welche Krause von den Zellen der Membr. perfor. bei den Säugern giebt: Schaf 17 μ, Schwein 20 μ, zeigen, dass er von denselben nur kleine Stücke, wie man sie auf Retinaquerschnitten oder auch Schrägschnitten wohl sieht, vor Augen gehabt hat.

Ich habe diese Ansichten von W. Krause so ausführlich mitgetheilt, um jeden Leser in den Stand zu setzen, leicht meine Angaben mit denen von Krause zu vergleichen und die Unterschiede zu finden. Wollte ich auf alle die vielen Verschiedenheiten zwischen meiner und seiner Auffassung hier eingehen, so würde ich eine längere Streitschrift zu geben haben. Dass ich mit seinen Angaben in keiner Weise einverstanden sein kann, geht aus meinen Untersuchungen zur Genüge hervor. Was Krause in jedem Falle vor Augen gehabt hat und auf seinen Abbildungen wiedergegeben hat, ist sehr schwer zu sagen, da auf den Abbildungen häufig nur Undeutliches zu sehen ist. Jedenfalls hat er manches von dem, was ich beschrieben habe, auch gesehen oder wenigstens theilweise gesehen. Wie wenig klar aber die Ergebnisse seiner Untersuchungen sind, zeigt schon, dass er beim Hecht die kolossal entwickelten kernlosen Zellen nicht von den inneren kernhaltigen abzutrennen und noch weniger natürlich in ihrer eigenen Formation zu erkennen vermocht hat. Auch in einer späteren Arbeit (31)

werden wohl die Beobachtungen von Reich angeführt, wird aber nichts Neues hierüber gegen früher gesagt. Auf das Verhalten der Radialzellen zu den concentrischen und den Neuroepithelien bin ich schon öfters oben genügend genau eingegangen, um es hier nicht weiter besprechen zu müssen.

Dass die hier von mir beschriebenen Stützzellen im Principe denen des Gehirns und Rückenmarks entsprechen müssen, ist selbstverständlich, da die Retina ein Gehirntheil ist. Ich habe indess bei den vorliegenden Untersuchungen nicht näher auf die Frage, die an sich eine grössere Arbeit erfordern würde, eingehen können. Ich habe nur auf Taf. XXIV, Fig. 99 drei Zellen von verschiedenen Grössen und Formen dargestellt, welche auf dieselbe Weise aus dem Grosshirn des Hundes isolirt sind, wie die von mir dargestellten Zellen aus der Retina. Auch die Vergrösserung ist dieselbe. Man sieht, dass die eine Zelle bei a an Grösse den Retinazellen nicht nachsteht, eine mittelgrosse und kleine zeigen Fig. 99 b, c. Ich möchte hier noch die Bemerkung anknüpfen, dass in der Retina natürlich in der Nervenfaserschicht auch kleine derartige Zellen vorkommen, die in ihrem Aussehen den bekannten Deiter'schen Zellen des Centralnervensystems durchaus ähnlich sind. Auch Golgi und Manfredi (15. Fig. 1) bilden solche aus dieser Schicht ab. Wir würden also auch in der Retina wie im Grosshirn grosse und kleine derartige Zellen zu unterscheiden haben. Gierke hat in seinen Untersuchungen der Stützsubstanz des Centralnervensystems (38. 39.) angegeben, dass auch in dieser kernhaltige und kernlose Stützzellen vorkommen, leitet aber die letzteren aus jenen als durch Altersveränderung entstehend ab. Nun ist es mir für die kernlosen Zellen der Retina ja auch äusserst wahrscheinlich, dass sie während der Entwickelung Kerne haben, W. Müller (19) giebt ja auch an bei Petromyzon direkt die Umbildung derselben aus kernhaltigen Zellen verfolgt zu haben, doch haben sie mit den nach der Geburt kernhaltigen Zellen keinen weitern Zusammenhang, diese werden nicht kernlos und gehen nicht in die kernlosen über, die ja auch der ganzen Form nach wesentlich anders sind. Da die Neuroepithelien den Zellen des Centralcanals entsprechen, so müssten die Homologa der Stützzellen auch hier gesucht werden.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht allen denen, welche mich bei dieser Arbeit mit Rath und Material unterstützt haben, meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

1) Verhandlungen d. physikal. medic. Gesellsch. zu Würzburg. 10. Mai 1851.

2) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. III. 1851. p. 237.

3) Sitzungsber. d. physikal. med. Gesellsch. zu Würzburg 1853. 13. Aug. 1853.

4) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Mathem. naturw. Kl. Bd. XI. 1853. p. 963 u. 966.

5) Leydig: Anatomisch-Histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien p. 9. Taf. I, Fig. 5.

6) H. Müller: Anatom.-physiol. Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbelthieren, Taf. I u. II. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. VIII. 1857.

7) M. Schultze: Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae 1859. 1 Taf.

8) Zeitschrift f. ration. Medic. III. Reihe. Bd. X. 1861. p. 301—322.

9) Virchow's Archiv Bd. XXX. 1864. p. 256—259.

10) Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissensch. Gesellschaft während des Vereinsjahres 1865—66. 1866. p. 58—61.

11) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Aufl. 1867. p. 689.

12) W. Krause: Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig. 8. 2 Taf. 1868.

13) Landolt: Beitrag zur Anatomie der Retina vom Frosch, Salamander und Triton. 1 Taf. Arch. f. mikrosk. Anat. VII. 1871.

14) Rivolta: Delle cellule moltipolari che formano lo strato intergranuloso o intermedio nella retina del cavallo. Giorn. di anat. fisiol. e patol. degli animali Anno III. p. 185. 1871.

15) C. Golgi e N. Manfredi: Annotazioni istologiche sulla retina dell cavallo. Giornale della r. accademia di Torino. Anno XXXV. N. 8. 9. 1872.

16) Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Graefe und Saemisch. Bd. I. p. 392—96. 1874.

17) Langerhans: Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Berichte üb. d. Verhandlgn. d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. VI. H. III. 1873.

18) Verhandlungen d. Naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. B. XXVIII. 1871.

19) W. Müller: Ueber die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Leipzig 1874. Festgabe für Carl Ludwig.

20) M. Schultze: „Die Retina" in Stricker's Handbuch der Gewebelehre. Bd. II. 1872.

21) M. Reich: Zur Histologie der Hechtretina. 1 Taf. Graefe's Archiv. 1874. XX. 1. p. 1—14.

22) Biologische Untersuchungen. Herausgegeben von Prof. Dr. G. Retzius in Stockholm. 1881. p. 89—100. Taf. XI.

23) W. Krause: Die Nerven-Endigung in der Retina. Arch. f. mikr. Anatomie 1876. Bd. XII. p. 742—790.

24) J. C. Ewart: Notes on the minute structure of the retina and vitreous humour. Journal of anat. and physiol. Vol. IX. 1875.

25) Ranvier: Traité technique d'histologie, sixième fascicule 1882.

26) Merkel: Ueber die menschliche Retina. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. 22. 4. S. 1—25. 2 Taf.

27) Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane von Dr. G. Schwalbe. Erlangen 1883.

28) Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XXII. 1883. p. 419—473. Taf. XVII, XVIII, XIX.

29) A. Dogiel: Ueber die Retina des Menschen. Internationale Monatsschrift für Anat. u. Histol. Bd. I. Heft 2. 3. Taf. VI u. VII. 1884.

30) W. Krause: Die Retina. Internat. Monatsschrift für Anatomie und Histologie. Bd. I. Heft 4. p. 225—254. Taf. X, XI. 1884.

31) W. Krause: Die Retina. Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Histol. Bd. III. H. 1 u. 2. Taf. I, II, III. 1886.

32) Nachrichten von der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Nr. 7. 1884.

33) Henle und Merkel: Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschrift f. ration. Medic. III. Reihe. Bd. XXXIV. 1869.

34) A. Dogiel: Zur Frage über den Bau der Retina bei Triton cristatus. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXIV. 1885. Taf. XXII.

35) Merkel: Ueber die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere. 2 Taf. Leipzig 1870.

36) W. Krause: Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover 1876.

37) Merkel: Die menschliche Retina. Monatsbl. f. Augenheilkunde. 1877.

38) Gierke: Die Stützsubstanz des Centralnervensystems. I. Theil. Taf. XX u. XXI. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXV. 1885. p. 441—554.

39) Dasselbe, II. Theil. Taf. VI. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI. 1886. p. 129—229.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXII, XXIII und XXIV[1].

Die nachfolgenden Zeichen haben bei allen Abbildungen die folgende Bedeutung:

äu. c. k. Stz.	= äussere concentrische kernhaltige Stützzellen.
äu. gr.	= äussere granulirte Schicht.
äu. K.	= äusseres Korn (resp. Körner, resp. Körnerschicht).
c. kl. Stz.	= concentrische kernlose Stützzellen.
F. k.	= Fusskegel der Neuroepithelien.
G.	= Ganglienzellen (resp. Ganglienzellenschicht).
inn. c. k. Stz.	= innere concentrische kernhaltige Stützzellen.
inn. gr.	= innere granulirte Schicht.
inn. K.	= inneres Korn (resp. Körner, resp. Körnerschicht).
L. e.	= Limitans externa.
m. c. k. Stz.	= mittlere concentrische kernhaltige Stützzellen.
M. l.	= Margo limitans.
N. E. sch.	= Neuroepithelschicht.
O.	= Opticusfasern (resp. Schicht derselben).
P. c. r.	= Pars ciliaris retinae.
Pz. Psch.	= Pigmentzellen, Pigmentschicht.
r. Stz.	= radiale Stützzellen.
Sp.	= Spongioblasten.
St.	= Stäbchen.
Z.	= Zapfen.

Sämmtliche Zeichnungen sind von mir selbst mit Winkel'schen Objectiven und dem Winkel'schen Zeichenprisma entworfen.

Tafel XXII.

Accipenser sturio. Stör (etwa 1,40 m lang).

Fig. 1. a) innere concentrische kernhaltige Zelle. b) mittl. concentr. kernhalt. Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

Fig. 2. Innere concentr. kernhalt. Zellen anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Verg. 178. α = von abgerissenen Nebenzellen herrührende Aeste.

Fig. 3. a. b. Concentr. kernlose Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 4. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Abramis brama. Brachsen (775 gr schwer).

Fig. 5. a) Innere concentr. kernhalt. Zelle. b) Mittlere concentr. kernhalt. Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 6. Innere concentr. kernhalt. Zellen anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

---

1) Der grösste Theil der Abbildungen ist ursprünglich in doppelter Grösse wie hier angegeben gezeichnet und ist bei Eintragung in die Tafeln verkleinert worden. Etwaige trotz der Durchsicht im Text der Arbeit gebliebene Irrthümer sind hierauf zurückzuführen.

Fig. 7. Kleine concentr. kernhalt. Zellen in mehreren Lagen anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.

Fig. 8. Zwei concentr. kernlose Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 9. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 10. Flächenansicht eines Stückes der Schicht der concentr. kernlosen Zellen, von innen gesehen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.

Pleuronectes platessa. Maischolle (gross).

Fig. 11. a. b. c. Innere concentr. kernhalt. Zellen.
d. Eine mittl. concentr. kernhalt. Zelle.
e. Vielleicht äussere concentr. kernh. Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 12. Flächenansicht eines Stückes der mittleren und inneren concentr. kernhalt. Zellenschicht. Die erstere tiefer gelegen; von innen gesehen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 355.

Fig. 13. Vielleicht concentr. kernlose Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 14. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Esox lucius. Hecht (6 kg schwer).

Fig. 15. a) Mittl. concentr. kernhalt. Zellen.
b) Flächenansicht eines Stückchens der inneren concentr. kernhalt. Zellenschicht. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.

Fig. 16. Concentr. kernlose Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 17. Innere Enden zweier radialer Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Rana esculenta.

Fig. 18. Kernhaltige concentr. Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 19. Kernlose concentr. Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 20. Radiale Stützzellen. a. c. d. mehr aus den mittleren Partien, b. e. f. mehr aus der Randpartie der Retina. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Triton cristatus.

Fig. 21. a. b. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 21. A. Concentr. kernhalt. Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Salamandra macul.

Fig. 22. a. b. c. d. Radiale Stützzellen, resp. innere Enden von solchen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Emys europaea.

Fig. 23. Concentr. kernhalt. Stützzellen. a) Von einem grösseren, b) von einem kleineren Thiere. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 24. Concentr. kernlose Stützzellen. a) Von einem grösseren, b) von einem kleineren Thiere. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 25. a. b. c. d. e. Radiale Stützzellen von jenem grösseren Thiere. f. Aeussere Radialfaserenden, Lim. ext. und Härchen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Chelonia Midas.

Fig. 26. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a. Von der Fläche, b. halb von der Kante. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Fig. 27. Kernlose concentr. Stützzelle. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Lacerta vivipara.

Fig. 28. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 29. Kernlose concentr. Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 30. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Gallus domesticus.

Fig. 31. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a) Von der Fläche, b) von der Seite, an der äusseren granulirten Schicht anliegend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 32. Kernlose concentrische Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 33. Radiale Stützzelle, das innere Ende unvollständig. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Corvus cornix.

Fig. 34. a. b. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 35. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Anas domestica.

Fig. 36. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 36. A. Kernhaltige concentr. Stützzelle an der äusseren granulirten Schicht anliegend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 36. B. a. b. c. Drei kernlose concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 1 Tag alt.

Fig. 37. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 4 Tage alt.

Fig. 38. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 7 Tage alt.

Fig. 39. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 13 Tage alt.

Fig. 40. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 21 Tage alt.

Fig. 41. Kernhaltige concentrische Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Tafel XXIII.

Kater, alt.

Fig. 42. Kernhaltige concentrische Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Lepus cuniculus.

Fig. 43. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a) Von der Seite, b) von der Fläche. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 44. a. b. c. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 45. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 46. Flächenansicht von innen her von einem Stückchen der äusseren granulirten Schicht mit concentrischen Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 110.

Canis familiaris.

Fig. 47. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 48. a. b. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 49. a. b. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 50. Kernhaltige concentr. Stützzellen von einem Hunde von 14 Tagen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Sus scrofa.

Fig. 51. a. b. c. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Bos taurus.

Fig. 52. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 53. a. b. Kernlose concentr. Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 54. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Equus caballus.

Fig. 55. Kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Cervus elaphus.

Fig. 56. Mittelstücke von kernhaltigen concentr. Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Homo sapiens.

Fig. 57. a. b. c. d. Radiale Stützzellen aus verschiedenen Partien der Retina. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Cavia cobaya.

Fig. 58. Kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Petromyzon fluviatilis.

Fig. 59. Querschnitt der Retina. Stäbchen- und Zapfenschicht fortgelassen. Chromsäure. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 60. Die vier Schichten der concentrischen Zellen der Fläche nach von innen gesehen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 61. Innere kernhalt. concentr. Stützzellen anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 62. Stückchen aus einem Schüttelpräp. Aeussere concentr. kernhaltige Zelle. Methylmixtur. Vergr. 480.

Fig. 63. Stückchen der Membr. hyaloidea mit den Abdrücken der inneren Enden der radialen Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Acanthias vulgaris.

Fig. 64. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 65. Radiale Stützzelle. Das äussere Ende nicht vollständig. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 66. Mittlere kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Mustelus vulgaris. Embryo. 215 mm lang.

Fig. 67. Radiale Stützzelle. Ein Stück von einer solchen mit dem Kern. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Torpedo ocellata.

Fig. 68. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 69. Stückchen aus einem Zerzupfungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.

Fig. 70. Mittlere kernhaltige concentr. Stützzelle. An der einen Seite sitzt noch ein Stück einer anderen Zelle an. Flächenbild. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 71. Mittlere kernhaltige concentr. Zelle, Seitenansicht. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 72. Innere concentr. kernhaltige Zelle, Flächenbild. An der einen Seite sitzt noch ein Stück einer Nachbarzelle an. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 73. Flächenansicht mehrerer anastomosirender innerer concentrischer kernhaltiger Stützzellen mit Theilen von Fasern, die auf ihnen liegen. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Tafel XXIV.

Accipenser sturio.

Fig. 74. }
Fig. 75. } Theile von Querschnitten der Retina. Müll. Fl. Vergr. 480.

Protopterus annectens.

Fig. 76. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 77. Stückchen aus einem Schüttelpräparat: kernhaltige concentr. Stützzelle von der Seite. Alcohol. Vergr. 480.

Fig. 78. Stückchen aus einem Zerzupfungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.

Ceratodus Forsteri.

Fig. 79. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 80. Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.

Rana esculenta.

Fig. 81. Theil eines Querschnitts der Retina. Holzessig. Celloidin. Vergr. 355.

Fig. 82. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparat. Methylmixtur. Vergr. 480.

Chelonia Midas.

Fig. 83. Stück eines leicht schrägen Retinaquerschnitts. Osmiumsäure. Vergr. 355.

Emys europaea.

Fig. 84. Stück eines Retinaquerschnitts. Osmiumsäure. Celloidin. Vergr. 480.

Fig. 85. Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparate. Müller'sche Flüssigkeit. Vergr. 480.

Corvus cornix.

Fig. 86. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparat. Methylmixtur. Vergr. 480.

Anas domestica.

Fig. 87. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparate. Methylmixtur. Vergr. 480.

Esox lucius ($1^1/_2$ Kilo).

Fig. 88. Theil eines Querschnitts der Retina nach der Mitte zu, im wesentlichen die Schichten der concentrischen Zellen und die innere Körnerschicht umfassend. Chroms. 1 : 600. Celloidin. Vergr. 355.

Fig. 89. Querschnitt durch die Randpartie der Retina, Ora serrata, Anfang der Pars ciliaris. Chroms. 1 : 600. Celloidin. Vergr. 355.

Fig. 90. Innerer Theil einer radialen Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 91. Aeussere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Fig. 92. Innere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 93. Mittlere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Die drei Figg. 91, 92, 93 sind einfach Umrisszeichnungen.

Chelonia Midas.

Fig. 94. Zwei kernlose concentr. Zellen. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Lepus cuniculus.

Fig. 95. Theil eines Retinaquerschnitts, seitlicher Theil. Es fehlt die Stäbchen- und Zapfenschicht. Goldchlorid. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 300.

Canis familiaris.

Fig. 96. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparate. Methylmixtur. Vergr. 300.

Equus caballus.

Fig. 97. Theil eines Querschnitts der Retina. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 355.

Homo.

Fig. 98. Theil eines Schrägschnittes der Retina. Müller'sche Flüssigkeit. Alauncarmin. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 480.

Canis familiaris.

Fig. 99. Drei Stützzellen von verschiedener Grösse aus dem Grosshirn des Hundes. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Ueber die Regeneration der glatten Muskeln.

Von

Dr. H. Stilling und **Dr. W. Pfitzner,**
Privatdocenten in Strassburg.

Hierzu Tafel XXV.

Ob dem organischen Muskelgewebe das Vermögen der Regeneration zukommt, ob die neugebildeten Muskelfasern aus den alten Elementen hervorsprossen oder ob sie durch Umwandlung von Bindegewebszellen entstehen, das sind Fragen, welche zur Stunde eine endgültige Lösung noch nicht gefunden haben.

Der Weg des Experiments ist bisher erst einmal betreten worden. Nach Jakimowitsch[1]) regeneriren sich die Muskelfasern des verletzten Magens bei Säugethieren und Amphibien

1) Ueber die Regeneration der glatten Muskelfasern. Vorl. Mitth. Med. Centralbl. 1879 p. 897. Dass. Dissertat. Kiew 1880 (russ.) mit 1 Tafel. Da wir uns die letztere Arbeit leider nicht verschaffen konnten, was wir namentlich der Abbildungen wegen bedauern, mussten wir uns mit dem ausführlichen Referat begnügen, das Mayzel in Hoffmann-Schwalbe's Jahresbericht Bd. IX. p. 61 gegeben hat.

ziemlich leicht und vollständig von dem Kern der alten Fasern aus, ohne dass sich die kontraktile Substanz an dem Aufbau der neuen Zellen betheiligte.

Diese Angaben forderten um so mehr zu einer Prüfung auf, als Jakimowitsch die Erscheinungen der Regeneration auch bei dem gefleckten Salamander und dem Frosch beobachtet zu haben angibt, die erfahrungsgemäss verloren gegangenen Theile ihres Organismus nur äusserst unvollkommen oder gar nicht wieder zu erzeugen im Stande sind.

Eine längere Reihe von Versuchen hat uns gelehrt, dass eine Regeneration ausgeschnittener Stückchen der Muskelhaut des Magens bei diesen Thieren kaum jemals zu Stande kommen dürfte.

Salamander vertragen überhaupt jeden operativen Eingriff äusserst schlecht[1]), bei den Ueberlebenden bildete sich an der Operationsstelle eine bindegewebige Narbe, die ihren Charakter auch während eines längeren Zeitraums nach der Operation nicht mehr veränderte. Ebenso haben wir bei Fröschen die künstlichen Defecte in der Magenmuskulatur stets nur durch Bindegewebe ersetzt gefunden; von einer Umwandlung desselben in Muskelsubstanz konnten wir uns in keinem Falle überzeugen.

Wir beschränkten deshalb unsere Untersuchungen auf den wegen seiner ausserordentlichen Reproduktionsfähigkeit wohl bekannten gemeinen Wassersalamander (Triton taeniatus).

Der Magen dieses Thieres besteht aus einer dicken Schleimhaut, der Submucosa, einer inneren ringförmigen und einer äusseren längsverlaufenden Muskelschicht. Schleimhaut und Muskulatur nehmen nach dem Pylorus hin nicht unerheblich an Mächtigkeit zu und es ist deshalb behufs der späteren mikrokopischen Beobachtung rathsam, die Verletzung in den mittleren Theilen des Magens anzulegen.

Die kleine Operation wird am zweckmässigsten in folgender Weise vorgenommen.

Ein Gehülfe fixirt das Thier so in der Rückenlage, dass er mit einer Hand Kopf und Vorderfüsse, mit der anderen die Hinterfüsse und den Schwanz festhält. Der Operateur macht alsdann

---

1). Vergl. auch Flemming, Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. I. (Archiv f. mikroskop. Anatomie XVI) p. 362: „Die meisten Thiere sterben, ehe es zu einer Reaction kommt . . .“.

in der linken Seite des Bauches einen Schnitt bis auf das Peritoneum; es ist wichtig, in der Serosa selbst nur eine möglichst kleine Oeffnung anzulegen, damit die widerspänstigen Thiere nicht so leicht im Stande sind, die Eingeweide aus der Wunde hervorzupressen.

In das kleine Loch wird ein Schielhäckchen eingeführt und nun der Magen behutsam vorgezogen. Man wählt alsdann den Ort, an welchem der Defect am passendsten angebracht werden kann und entfernt mit Pincette und Scheere ein kleines Stückchen der Muskulatur.

Es ist für die spätere Untersuchung äusserst wichtig, dass man nur die Muscularis fortnimmt, dass also neben der Schleimhaut auch die Submucosa erhalten bleibt. Bei einiger Uebung und mit Benutzung der feinsten Instrumente ist diese Forderung leicht zu erfüllen.

Nach der Entfernung des Muskelstückchens — wir haben meist ein annähernd quadratisches Läppchen von 4—5 Mm. Durchmesser ausgeschnitten — wird der Magen in die Bauchhöhle zurückgeschoben und die Hautwunde durch eine Nath geschlossen.

Operirt man rasch und mit reinen Instrumenten, vermeidet man jede Verletzung der Schleimhaut, so hat der Eingriff nicht die mindeste üble Folge. Kurz nach demselben tummeln sich die Thiere in dem Bassin umher, als wenn ihnen Nichts geschehen wäre.

Einer sehr sorgfältigen Pflege bedürfen sie fernerhin kaum; es genügt, wenn man sie täglich einmal mit frischem Wasser versieht. 8—10 Tage nach der Operation wird ihnen das gewöhnliche Futter (Würmer) gereicht, welches sie ohne jeden Schaden verdauen.

Bei der Vorbereitung des Magens für die feinere anatomische Untersuchung ist eine Maassregel nicht zu vergessen: man muss denselben mit der zur Erhärtung bestimmten Flüssigkeit injiciren, ehe man ihn aus dem Körper des Thieres entfernt. Würde man diese Vorsicht ausser Acht lassen, so dürfte man sich bisweilen schon mehrere Wochen nach der Operation in Verlegenheit befinden, wenn man bestimmen sollte, wo der Defect bewerkstelligt worden war. Die peristaltischen Contractionen des Magens und der Därme gehen lange nach dem Tode des Thieres fort und erschweren mitunter das Auffinden der Stelle, an welcher man operirt hat; würde man mit der Präparation bis zum Erlöschen der Peristaltik warten, so könnten die feineren Verhältnisse der Zellen und Kerne kaum noch genügend studirt werden.

Wir verfahren demnach wie folgt:

Das decapitirte Thier wird auf einer Korkplatte fixirt und der Bauch durch einen Längsschnitt rasch eröffnet; alsdann legt man eine Schlinge um den Darm dicht unterhalb des Magens, befestigt in dem Oesophagus eine Canüle und spritzt durch dieselbe langsam und vorsichtig die conservirende Flüssigkeit in den Magen. Der Inhalt einer Pravaz'schen Spritze ist für die meisten Fälle genügend.

Während sich nun die Magenhäute allmählig anspannen, tritt das Operationsfeld, resp. die Narbe klar zu Tage; erscheint der Magen hinlänglich ausgedehnt, so wird die Injection unterbrochen, der Oesophagus unterbunden und nunmehr das gefüllte Organ rasch herausgeschnitten und in der Conservirungsflüssigkeit — als die geeigneste, namentlich auch für die noch weiterhin nöthig werdenden Manipulationen erwies sich eine 0,25%-ige Chromsäurelösung — aufgehängt.

Nach 3—4 Stunden sind die Theile soweit fixirt, dass man das zur Untersuchung bestimmte Stück herausschneiden und beginnen kann, unter der Flüssigkeit die Schleimhaut von der Submucosa und Muscularis zu entfernen. Dies gelingt gewöhnlich sehr leicht und man hat nun ein dünnes, zu der mikroskopischen Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen noch geeignetes Fragment, welches den durch die Operation gesetzten Defect in der Muscularis nebst den angrenzenden normalen Theilen enthält. Es wird noch für 1—2 Tage in der Chromsäurelösung gelassen, dann sorgfältig ausgewaschen und in Alcohol nachgehärtet.

Will man es nun untersuchen, so wird es in (mehrfach zu wechselndes) destillirtes Wasser gebracht und nach 6—24 Stunden in Safraninlösung[1]) (1 : 100 Alcohol absol. + 200 Aq. dest.) übertragen; nach weiteren 24 Stunden wird es in absolutem Alkohol entwässert, wodurch es schon die Hauptmasse des überflüssigen Farbstoffs verliert, und dann in mehrfach erneuertem Nelkenöl von dem überschüssigen Farbstoff vollends befreit[2]), was bisweilen mehrere Tage in Anspruch nimmt. Man muss das Präparat von Zeit zu Zeit unter das Mikroskop bringen, um den richtigen Zeitpunkt nicht zu versäumen.

Dann wird das Nelkenöl durch Xylol verdrängt und in Xylol-Canadabalsam eingebettet; vor dem definitiven Einschluss ist es räthlich, das Präparat einmal in Nelkenöl zu betrachten, damit man je nach Wunsch

1) Andere Färbemitel (die verschiedenen Anilinfarbstoffe, Alauncarmin etc.) erwiesen sich als weniger brauchbar. Ueber Hämatoxylin s. weiter unten.

2) Wenn man wie üblich den überschüssigen Farbstoff gleich durch den Alkohol vollständig auszuziehen versucht, erhält man bei diesen wie bei ähnlichen etwas massigen Präparaten, z. B. Kiemenplatten der Salamanderlarven, weit ungünstigere Resultate, indem an dünneren Stellen schon die Kerne farblos werden, während die dickeren noch diffuse Färbung zeigen.

die peritoneale oder die der Submucosa entsprechende Fläche nach oben kehren kann.

Die so hergerichteten Stücke wurden nun untersucht und die uns hauptsächlich interessirenden Einzelheiten abgezeichnet, wobei für die feineren Structuren natürlich homogene Immersionen angewandt wurden, unter diesen hauptsächlich Seibert XII ($^1/_{12}$") wegen ihrer grossen Focaldistanz bei gleicher optischer Leistung. Späterhin arbeiteten wir die meisten Präparate noch einmal um: sie wurden in einem mit Xylol gefüllten Gefäss aus dem Balsam gelöst, mit Alcoh. absol., dann mit Wasser behandelt, darauf mit Delafield'-schem Hämatoxylin gefärbt und schliesslich wieder in der oben angeführten Weise eingeschlossen. Diese doppelte Behandlung ein und desselben Präparates hat grosse Vortheile. Die Safraninfärbung allein gestattet das Verhalten der Nucleolen, der Kerne der Leucocyten und überhaupt der degenerirenden Kerne zu untersuchen; die Hämatoxylintinction, die jetzt eine scharfe Kernfärbung giebt, während sie beim frisch gehärteten Präparat nicht gelingt, lässt die Kerne überhaupt, und namentlich die Kerntheilungsfiguren viel schärfer hervortreten als die Safraninfärbung. Sie erleichtert also namentlich das Auffinden von Theilungsfiguren, während sie für die Erkennung der feineren Einzelheiten des Theilungsvorgangs weniger leistet als die erstgenannte.

Bevor wir zu der Schilderung der mikroskopischen Verhältnisse übergehen, sei mit wenigen Worten des Befundes gedacht, der im Verlaufe der Heilung des Defectes mit blossem Auge festgestellt werden kann.

Den Grund der Wunde bedeckt in den ersten Tagen ein kleines Blutgerinnsel, welches nach und nach verschwindet, während sich die Ränder durch Anbildung neuen Materiales glätten. Das junge Gewebe, welches den Defect erfüllt, hat ganz das Aussehen von Narbensubstanz: dasselbe wird bald von dem Endothel überzogen, aber der Anschein einer einfachen bindegewebigen Narbe in der Magenwand bleibt je nach der ursprünglichen Grösse des Defects noch längere Zeit bestehen. Erst ganz allmählich, im Laufe von 6—8 Monaten ändert sich das Aussehen der Narbe; sie wird kleiner, indem die weisse Substanz durch ein Gewebe verdrängt wird, das sich von den Muskelhäuten in Nichts mehr unterscheidet. Es wird schliesslich unmöglich, die Stelle des Defects zu erkennen. Dass eine wirkliche Regeneration der Muskeln erfolgt ist, beweist, dass sich alle Partien der Magenwand (also auch die Gegend, in welcher der Substanzverlust früher vorhanden war) gleichmässig und kräftig kontrahiren. So lange die Narbe lediglich aus Bindegewebe besteht, kann man oft deutlich sehen,

dass die Kontraktionswellen an dem Orte des Defectes eine Unterbrechung erleiden.

Die mikroskopische Untersuchung des Verlaufes dieser Vorgänge ergibt nun Folgendes:

Präparate von Thieren, die in den ersten Tagen nach der Operation getödtet sind, zeigen an der Stelle der Verletzung ein dickes Coagulum, in dem rothe Blutzellen und deren Kerne, letztere in den verschiedensten Stadien der Degeneration[1]) und namentlich eine ganz beträchtliche Menge von Leukocyten, zu erkennen sind. Von den übrigen Geweben ist an dieser Stelle jetzt nicht viel zu sehen. Einige Tage später ist von den rothen Blutzellen nur noch wenig mehr zu erkennen. Die Wunde ist wieder vom Peritonealepithel überzogen, das man an seinen grossen platten Kernen mit Sicherheit erkennt; auch kann man meistens bei geschickter Verwendung des Abbe'schen Beleuchtungsapparats mit Oelimmersion die Zellconturen verfolgen.

Die Regeneration dieses Epithels erfolgt auf karyokinetischem Wege. Man sieht die bekannten Kernfiguren in der Umgebung des Defects und auf dem Defect selbst, sowie auch in weiterer Entfernung davon. Letzteres dürfte, da wir bei gesunden Thieren sowie nach dem gänzlichen Verschwinden des Defects nie Theilungsfiguren in diesem Gewebe beim erwachsenen Thier vorfanden, auf eine gelinde, durch den Eingriff veranlasste Peritonitis zurückzuführen sein. Leider ist dagegen in den ersten Tagen nach der Operation das Präparat zu wenig durchsichtig, um erkennen zu können, in welcher Weise der Defekt des Peritonealepithels geschlossen wird; sobald er durchsichtiger geworden ist, ist eben die Lücke schon wieder ergänzt. Es ist wohl nicht anders anzunehmen, als dass die Epithelzellen sich vom Rande her über die Wunde hinüberschieben; die Häufigkeit der selbst noch späterhin wahrzunehmenden (karyokinetischen) Theilungsfiguren beweist eine viel energischere Vermehrung der Epithelzellen, als selbst erforderlich wäre, um den Defect schon am ersten Tage zu überhäuten. Wenn aber die einzelnen Elemente dieses Gewebes sich in so starker Weise vermehren, so ist es gewiss mehr als unnöthig, eine anderweitige Herkunft dieser neugebildeten Epithelzellen, etwa

1) Vgl. Pfitzner, Zur pathologischen Anatomie des Zellkerns, Virchow's Archiv, Bd. 103, S. 291 und Fig. 4—8 auf der beigegebenen Tafel.

aus umgewandelten Bindegewebszellen, als möglich anzunehmen. Eine Vermehrung durch Theilung ist immer wahrscheinlicher als eine durch Umwandlung, und wenn dazu erstere sicher und in ausreichender Häufigkeit nachgewiesen ist, für letztere aber keine Beobachtung spricht, so ist wohl erstere als bewiesen und letztere als ausgeschlossen anzusehen.

Weiter nehmen wir wahr, wie die Leukocyten mehr und mehr degeneriren, wie die allmählichen Veränderungen ihrer Kerne zeigen, und so der Grund des Defectes immer deutlicher wird. In diesem erscheinen nun reichliche karyokinetische Theilungsfiguren der Bindegewebszellen. Die Kerne dieser letzteren können mit denen der Leukocyten nicht verwechselt werden; sie zeigen stets normale Structuren, während die Kerne der Leukocyten die Erscheinungen vorgeschrittener Senescenz zeigen[1]. Meistens lässt sich auch, namentlich bei den in Karyokinese begriffenen, der dazu gehörige Zellleib abgrenzen. Es sind dies zwei Arten: sternförmige Zellen und endothelartige. Letztere sind im Ruhestadium nicht zu erkennen; während der Kinese nimmt jedoch, wie dies ja bei anderen Zellarten längst bekannt ist, der Zellleib einen dunkleren Ton, und nach Reagentienbehandlung eine leicht gelbliche oder bräunliche Färbung an, und ist alsdann als eine zarte Platte abzugrenzen. Eine Verwechslung mit Peritonealepithelzellen ist auszuschliessen; erstens sind letztere und ihre Kerne ausserordentlich viel grösser, und dann lässt sich mit empfindlichen Systemen durch die Mikrometerschraube leicht feststellen, dass die fraglichen Zellen nicht im Niveau des Peritonialepithels, sondern darunter, und zwar mitten im Bindegewebe liegen. — Ausser in endothelartigen und in sternförmigen Zellen fanden sich im Bindegewebe noch Theilungsfiguren in Zellen, die entweder keulenförmig nur einen, oder stark spindelförmig nur zwei Ausläufer zeigten; ob bei ihnen etwa an nervöse Elemente zu denken ist, muss dahin gestellt bleiben.

Um es hier gleich abzufertigen, sieht man später, etwa nach 2 Monaten, Blutgefässe in bekannter Weise in die Narbe hineinsprossen; ihre Endigungen können mit nichts anderem verwechselt werden, da sie stets bis zu einer grösseren Capillare zu verfolgen sind.

Diese verschiedenen innerhalb des Bindegewebes liegenden Zellen zeigen nun innerhalb des Defects und in der nächsten Nach-

---

1) Vgl. die oben angeführte Abhandlung.

barschaft namentlich in den ersten zwei Monaten nach der Operation zahlreiche karyokinetische Figuren. Wir müssen damit für unser Object wenigstens, eine isogenetische Regeneration des Bindegewebes als erwiesen ansehen. Was eine gleichzeitige allogenetische Regeneration anlangt, so kommt von den Geweben, die an der Stelle seiner Neubildung vorhanden sind, das Peritonialepithel wohl nicht weiter in Betracht. Ebensowenig auch die Blutgefässe, die als einfaches Endothelrohr in den Defect erst spät hineinwachsen und bis in die feinsten Ausläufer ihrer Sprossen stets scharf zu verfolgen sind. Es kommen also nur noch die Leukocyten in Betracht. Zwischen diesen und den (sog. fixen) Bindegewebszellen finden sich jedoch nie die geringsten Uebergangsformen, vielmehr sind sie stets von ihnen scharf abzugrenzen, zeigen auch so ausgesprochene Degenerationserscheinungen in ihren Kernen, dass an eine Umbildung derselben in Bindegewebszellen nicht zu denken ist. Mithin bleibt die Theilung der bereits vorhandenen Bindegewebszellen als Modus für die Neubildung der Bindegewebszellen, und damit wohl auch des Bindegewebes, allein übrig.

Welche Rolle spielen denn aber die Leukocyten? Etwa die von Metschnikoff'schen „Phagocyten", also von Zellen, welche die Zerfallsproducte des Blutgerinnsels und der in Folge des Eingriffs zu Grunde gehenden Zellen fortzuschaffen bestimmt sind? Aber dann müssten irgendwelche Erscheinungen wahrzunehmen sein, die auf ein beständiges Zu- und Fortwandern zu deuten wären. Das ist jedoch nicht der Fall, vielmehr gerade das Gegentheil. Wir finden nur am ersten Tage in dem Gerinnsel noch einzelne Leukocyten, deren Kern eine annähernd normale Structur, entsprechend dem sog. Ruhestadium der Karyokinese besitzt; später zeigen sämmtliche Kerne Degenerationserscheinungen und zwar desto weiter vorgeschrittene, je älter der Defect ist. Eine Erneuerung findet also nicht statt, vielmehr scheinen die einmal nach dem Ort der Verletzung ausgewanderten dort unthätig liegen zu bleiben und an Ort und Stelle allmählich zu Grunde zu gehen. Auch werden sie bald in eigenthümlicher Weise abgegrenzt; sie liegen zusammengeballt in der Mitte des Defects, während sich in den Partien um den Defectrand herum nur äusserst wenige vorfinden. Wenn allmählich der Defect in der Muscularis durch Vorrücken der Muskelfasern verschwindet, drängen sich ihre Ueber-

bleibsel immer fester in der Mitte zusammen, um nach und nach ganz aufgelöst zu werden. Ueber den Rand des Muskeldefects greift der Haufe nie heraus; wird dieser Defect zuletzt sehr klein, so sind sie auf eine verschwindende Menge reducirt und nach vollkommener Wiederherstellung der Muskelhaut ist auch der letzte Rest der Leukocyten verschwunden.

An eine solche, gewissermaassen sanitätspolizeiliche, Function ist also wohl nicht zu denken. Dagegen liegt die Frage nahe, ob sie etwa, wie dies auch mehrfach angenommen ist, an derartige Stellen auswandern, um dort zu zerfallen und durch diesen Zerfall die Stoffe zu liefern, die zum Aufbau der neu zu schaffenden Gewebselemente erforderlich sind. Das wäre eine in mancher Beziehung sehr einleuchtende Annahme; es spricht indessen doch manches dagegen. Namentlich, dass sie sich verhältnissmässig sehr lange halten. Wenn die Ausfüllung des Defects durch Bindegewebe längst beendigt ist, sind sie noch in anscheinend nicht beträchtlich verminderter Anzahl vorhanden, trotz der inzwischen weit vorgeschrittenen Degeneration ihrer inneren Structuren. Will man annehmen, dass ihre letzten Zerfallsproducte beim Aufbau der neuzubildenden Muskelzellen Verwendung finden, so lässt es sich wiederum nicht erklären, weshalb nicht die unmittelbar den Defect umgrenzenden Muskelzellen, die doch den ersten Nutzen von dieser Nahrungsquelle hätten, sondern in der Regel die etwas entfernter liegenden die Vermehrung besorgen.

Ausserdem spricht ein anderes Experiment gegen diese supponirte Bestimmung der Leukocyten. Wenn man eine Wunde in einer hochgeschichteten Epidermis, z. B. Hundeschnauze, anlegt und eine Heilung derselben per primam verhindert, so wird diese Epithelwunde durch ein Gerinnsel ausgefüllt, in dem sich viele Leukocyten befinden, die stets in geringerer Anzahl in den weiteren Intercellularräumen der untersten Zellschichten vorhanden, nach Eröffnung derselben die Gelegenheit benutzen auszuwandern. Hier kommt deren Zerfall dem Organismus nicht zu gute; die an die Wunde angrenzenden Epithelzellen sterben auch allmälig ab, wobei ihre Intercellularräume verstreichen, sodass also nichts nach innen in das Innere dringen kann, und bilden eine Degenerationszone, unter der, an der Grenze zwischen Epidermis und Cutis, die Vermehrung und Neubildung der Epithelzellen vor sich geht.

Wir kommen also zu dem Resultat: Ebenso wie unter normalen Verhältnissen da, wo sich Gewebsspalten nach aussen öffnen (Tonsillen, Schleimhäute ohne Stratum corneum u. dgl.), wandern

die überall in Gewebslücken herumkriechenden Leukocyten da aus, wo diese Spalträume durch künstliche Eingriffe eröffnet werden, und zwar so lange, bis die Ausgänge auf irgend welche Weise verschlossen werden. Einmal ausgewandert gehen sie morphologisch zu Grunde; ob und in welcher Weise ihre Zerfallsproducte dem Gesammtorganismus wieder zu Gute kommen, muss dahingestellt bleiben.

Die Ausfüllung des Defects in der Muscularis lässt sich in ihren Hauptzügen verfolgen, auch ohne dass man bestimmte Vermehrungserscheinungen (z. B. karyokinetische Kerntheilungsfiguren od. dgl.) als Wegweiser benutzt. Sobald die erste stürmische Periode, die auf den Eingriff folgt, vorüber ist, also etwa nach 10 bis 20 Tagen, und die Leukocyten mehr zusammengeballt liegend und homogener geworden den Grund der Wunde erkennen lassen, sieht man den Defect als rundliche, von Bindegewebe ausgefüllte Stelle, umgrenzt von der Muskulatur, die einen ziemlich scharfen Rand zeigt (Fig. 1). Nach 2—3 Monaten verliert sich diese scharfe Begrenzung, die Muskelfasern dringen in unregelmässiger Anordnung in das Bindegewebe, welches den Defect ausfüllt, hinein, meistens mit dem einen Ende nach dem Centrum des Defects gerichtet. Ist der Defect der Muskularis fast vollständig verschwunden, so zeigt sich folgendes Bild: An einer Stelle, die nicht mehr annähernd kreisrund ist, sondern die Form einer sehr unregelmässig verzogenen Spalte hat, findet man noch einen Ueberrest von degenerirten Leukocyten, an ihren Kernrudimenten kennbar, aufgehäuft. Hier sieht man nicht die beiden Muskelschichten continuirlich verlaufen, sondern die einzelnen Fasern enden an dieser Spalte; nie läuft ein Muskelkern quer über sie hinweg. Ausserdem fällt etwas anderes auf. Während nämlich an gesunden Theilen des Magens die beiden Muskelfaserschichten eine höchst regelmässige Anordnung zeigen, genaue rechtwinklige Kreuzung von Faserzügen, die unter einander parallel verlaufen, beginnt die Faserrichtung in der Nähe des Defects eine sehr ungeordnete zu werden. Die letzten Spuren eines früher bestandenen Defectes kann man schliesslich noch an einer solchen unregelmässigen Anordnung erkennen, die sich erst sehr spät verliert, wenn jede Unterbrechung in der Faserrichtung der einzelnen Schichten schon längst verschwunden ist. Der schliessliche Ausgang ist die absolute Restitution des Status quo ante; bei einem Thier, das ein Jahr nach

der Operation getödtet war, konnten wir trotz der sorgsamsten Untersuchung des in mehrere Theile zerlegten ganzen mittleren Magenabschnitts, der der Sitz des ursprünglich recht grossen Defects gewesen war, keine Unterbrechung oder sonstige Störung in der Anordnung der Muskelfasern auffinden.

Fassen wir diese Beobachtungen zusammen, so kommen wir zu dem Ergebniss, dass hier wirklich eine Regeneration von Muskelfasern stattgefunden hat, denn bei dem geschilderten Verhalten der Muskelfasern ist die Annahme wohl gänzlich ausgeschlossen, dass lediglich eine Narbencontraction das Verschwinden des Defects bewirkt haben könnte. Also Muskelfasern sind neugebildet worden, um den bisweilen ziemlich beträchtlichen Defect zu decken, aber auf welche Weise?

Dass sie auf metaplastischem Wege aus Bindegewebsfasern resp. -zellen hervorgegangen seien, lässt sich hier schon mit ziemlicher Sicherheit ausschliessen. Denn bei dieser Annahme wäre wohl in erster Linie zu erwarten, dass diese Neubildung an der Stelle des Defects selbst stattfinden würde. Nun haben wir aber nie Muskelfasern mehr oder weniger isolirt mitten im Defect gefunden, vielmehr rücken sie stets in geschlossener Anordnung gegen die Mitte des Defects vor. Noch weniger können also die in der Mitte des Defects zusammengeballten degenerirten Leukocyten an der Neubildung betheiligt sein.

Wenn also die Neubildung dort statthat, wo sich Bindegewebe und Muskelfasern finden, aber nie da, wo nur Bindegewebe vorhanden ist, obgleich hier die Bedingungen mindestens ebenso günstig sind; so ist doch wohl von vorne herein anzunehmen, dass die Neubildung vom Muskelgewebe selbst besorgt wird. Aber wir können diese Annahme auch direct beweisen. Nach dem mehrfach betonten Satze, dass bei gleicher Wahrscheinlichkeit der isogenen und der allogenen Neubildung eines Gewebes die Annahme der ersteren die berechtigtere ist, dass aber, nachdem das Vorkommen einer isogenen Neubildung bewiesen ist, die Annahme einer gleichzeitigen alogenen zu verwerfen ist (wenigstens ist bis jetzt in der ganzen Gewebelehre kein einziges Analogon mit Sicherheit nachgewiesen), müssen wir behaupten, dass die glatten Muskelzellen sich ausschliesslich durch Theilung vermehren, nachdem es uns geglückt ist, specifische Theilungserscheinungen mit Sicherheit und in genügender Häufigkeit nachzuweisen. Wir ver-

mochten nämlich in der Umgebung der Defecte eine bedeutende Anzahl der bekannten karyokinetischen Figuren in Zellen aufzufinden, deren Character als organische Muskelfasern keinem Zweifel unterliegen konnte.

Bevor wir die einzelnen Vorgänge der Karyokinese der Muskelfasern besprechen, müssen wir mit wenigen Worten das Verhalten derselben im Ruhestadium schildern.

Die Faser ist langgestreckt spindelförmig, der mittlere Theil in grosser Ausdehnung von parallelen Conturen begrenzt, und läuft dann ziemlich rasch spitz aus. Die zu einem bestimmten Kern, resp. Kernfigur gehörenden Zellcontouren sind in der Mitte der Faser mit gutausgerüsteten Instrumenten meistens leicht aufzufinden, dagegen hält es recht schwer, ja ist häufig unmöglich, die weitere Fortsetzung nach einem der beiden Enden zu und bis zu dem Ende selbst mit Sicherheit zu verfolgen. Durch straffere Füllung des Magens mit Härtungsflüssigkeit werden die Fasern etwas mehr auseinandergezogen und dadurch der Untersuchung zugänglich gemacht, indessen giebt es zwischen Minimum und Maximum der Anfüllung ein Optimum, das nicht überschritten werden darf, da jenseits desselben die Fasern durch die Ausdehnung allzusehr verschmälert werden.

Die Präparate mussten, um überhaupt brauchbar zu sein, sehr stark aufgehellt werden, sodass die speciellen Structuren des Zellleibes nicht näher untersucht werden konnten; sehr gut traten dagegen die hauptsächlichen Structuren und Structurveränderungen der Zellkerne hervor.

Der Kern ist im ausgebildeten Zustande sehr lang gestreckt (Fig. 2 a) und zeigt nach guter Färbung das bekannte Bild ruhender Zellkerne: ein unregelmässiges Chromatingerüst mit wechselnder Fadendicke und stärker ausgesprochener Wandschicht, sowie Nucleolen, die hier in grösserer Anzahl und z. Th. beträchtlicher Grösse vorhanden sind. Je stärker der Magen bei der Härtung ausgedehnt wurde, desto mehr sind nicht nur die Fasern selbst, sondern auch die Kerne verschmälert und in die Länge gezogen, und desto enger ist das Chromatinfadenwerk zusammengedrängt. Eine andere Verschmälerung des Kerns, die nicht hiermit verwechselt werden darf, beruht auf einer davon ganz verschiedenen Ursache. Man findet nämlich bei dem einen Thier sehr häufig, bei dem anderen nur spurweise in der Umgebung des Defectes

neben Fasern von normaler Breite solche, die mehr oder weniger stark verschmälert sind und deren Kern, entsprechend verschmälert, eine Verklumpung seines Fadenwerks zeigt; je schmaler die Faser und damit auch der Kern, desto plumper die Kernstructur; bei den schmalsten erscheint der Kern fast homogen (Fig. 2 b—d). Dass wir es in diesen Fällen nicht mit der Wirkung einer übermässigen Ausdehnung zu thun haben, ergiebt sich daraus, dass immer doch nur ein kleiner Theil der Fasern diese Erscheinung zeigt, und zweitens lassen die Kerne übermässig ausgedehnter Fasern immer noch den feinfädigen Aufbau ihres Kerngerüstes erkennen. Die Verklumpung des Chromatingerüstes bei jenen Fasern weist vielmehr darauf hin, dass sie zu Grunde gehende Zellen darstellen, wie die bei anderen Objecten festgestellten Erscheinungen beweisen[1]). Ausserdem finden wir sie nur in der Umgebung von Defecten, nie in gesunden Theilen der Magenwand.

Aus dem Ruhestadium geht nun der Kern in Kinese über, wobei im Grossen und Ganzen das Paradigma des Epithels der Salamanderlarve inne gehalten wird, so dass wir uns darauf beschränken können, auf die Abbildungen der beigegebenen Tafel und die Erklärungen zu derselben zu verweisen. Etwas modificirt sind die dabei auftretenden Bilder in Folge der bedeutenden Ausdehnung des Kerns in die Länge, die derselbe auch in den verschiedenen Theilungsphasen nicht verläugnet. Daneben ist vielleicht noch darauf aufmerksam zu machen, dass hier wie bei allen Zellarten, die eine stärkere Nucleolenentwicklung zeigen, die Nucleolen noch relativ lange fortbestehen (vgl. Fig. 3).

Ob auch die eigentliche Zelltheilung nach demselben Schema verläuft, lässt sich dagegen nicht so leicht entscheiden. Die Schwierigkeit liegt hauptsächlich darin, dass die Zellcontouren sich so schwer auf längere Strecken mit Sicherheit verfolgen lassen, und dass häufig, wenn die Kernfiguren schon weiter auseinandergerückt sind, nur die eine deutlich wahrzunehmen ist, die andere aber von etwas Darüberliegendem verdeckt wird oder nicht mit Sicherheit als zugehörig constatirt werden kann. So gelang es nicht zu Fig. 14—16 den entsprechenden zweiten Kern aufzufinden, obgleich sie ja unbestreitbar Tochterkerne darstellen. In dem als Fig. 17 abgebildeten Falle waren indessen die Verhältnisse so

---

1) Vgl. „Zur Pathologie des Zellkerns". L. c. S. 287.

günstig, dass man die beginnende Einschnürung des Zellleibes zwischen den beiden Kernen deutlich wahrnehmen konnte. Auffallend ist, dass diese beiden Kerne schon sehr weitgehende Annäherung an das Ruhestadium zeigen, wenn sie sich auch unzweifelhaft noch als Tochterkerne manifestiren: von Nucleolen ist noch nichts wahrzunehmen, und der „Knäuel", der sich eben in die „Gerüstform" umwandelt, lässt in seinem Fadenverlauf noch die Grundzüge der vorangegangenen Sternform erkennen. Andererseits fanden sich auch Fasern, die zwei Kerne einschlossen, ohne irgendwelche Einschnürung zu zeigen, obgleich die Kerne schon viel weiter als im vorigen Fall ausgebildet waren (Fig. 18). Hier dürfte es sich sicher um eine Kerntheilung ohne nachfolgende Zelltheilung, also um Bildung zweikerniger Zellen handeln, was ja als halbpathologischer Vorgang, als eine Art Hemmungsbildung bei anderen Zellarten längst bekannt ist. In einem anderen Falle (Fig. 19) lagen zwei Kerne, denen nur noch wenig an der vollkommenen Ausbildung fehlt, dicht nebeneinander[1]).

Wir müssen darnach annehmen, dass die Kerntheilung bisweilen zur Bildung zweikerniger Zellen führt, dass aber als Regel auf die Kerntheilung die Zelltheilung folgt, und zwar in der Weise, dass die Tochterkerne unter fortschreitendem Uebergang in das Ruhestadium sich immer weiter von einander entfernen, und dass zwischen ihnen die Muskelfaser immer dünner ausgezogen wird, bis sie schliesslich zerreisst. Damit wäre aber auch die fehlende Uebereinstimmung hergestellt; denn wo die Zelle in der Richtung der Theilungsaxe so ausserordentlich stark entwickelt ist, kann die Theilung natürlich nur sehr allmählich vorschreiten, während sie bei Zellen, die in der Richtung der Theilungsaxe sehr kurz sind, die Theilung als scharf einschneidende Einkerbung auftreten muss.

Was die Zahl der karyokinetichen Figuren anlangt, so ist sie allerdings recht gering, entsprechend der sehr langsamen Ausfüllung des Defects; indessen wird man von etwa dem achten

---

1) Zweikernige Zellen mit vollkommen ausgebildeten Kernen haben wir dagegen zufälligerweise niemals mit Sicherheit constatiren können, wenn wir auch häufig genug entsprechende Bilder zu sehen glaubten; es war aber nie der Verdacht der Täuschung über ihre Zugehörigkeit zu einer und derselben Faser auszuschliessen.

Tage an selten in einem Präparat sie gänzlich vermissen — gute Färbung vorausgesetzt. Nach dem gänzlichen Verschwinden des Defects, sowie an Stellen, die in grösserer Entfernung vom Defect liegen, fanden wir nie eine Theilungsfigur.

Wir haben oben gesagt, dass die Karyokinese hier genau dieselben Stadien zeigt, wie bei dem Epithel der Salamanderlarve (s. Abbildungen). Ausser den Formen des Ruhestadiums und der karyokinetischen Theilung sowie den Formen der Degeneration haben wir keine gefunden, die eine specielle Deutung gestatteten, namentlich nicht solche, die auf eine sog. „directe" Kerntheilung gedeutet werden könnten; denn Kerne wie Fig. 19 können selbstverständlich auf karyokinetischem Wege entstehen. Da nun die „indirecte" Theilung in hinlänglicher Häufigkeit gefunden wird, können wir das Vorkommen „directer Kerntheilung" für dieses Object nicht als blos unerwiesen, sondern geradezu als widerlegt betrachten.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so hat die Untersuchungsreihe folgende Ergebnisse geliefert:

1. Bei Triton taeniatus ist die organische Muskulatur im Stande sich zu regeneriren.

2. Diese Regeneration wird dadurch bewirkt, dass eine Vermehrung der vorhandenen Muskelfasern durch Theilung stattfindet.

3. Diese Theilung besteht in einer Abschnürung der Fasern in der Mitte ihrer Länge, nachdem sich vorher der Kern unter den Erscheinungen der Karyokinese getheilt hat.

Es bleibt uns nun noch die unangenehme Aufgabe übrig, an der Hand dieser Untersuchungsergebnisse die oben erwähnte Arbeit von Jakimowitsch zu kritisiren. Unangenehm aus zweifachem Grunde: erstens weil wir sie nur aus einer vorläufigen Mittheilung und aus einem, wenn auch ausführlichen und sorgfältigen Referate kennen; und dann weil wir die einzelnen Angaben als wenig zuverlässig, die Resultate der Untersuchungen als unrichtig bezeichnen müssen.

Wenn J. Salamandra als besonders günstiges Versuchsobject bezeichnet, so verweisen wir auf das am Eingang Gesagte. — Von den Reagentien, die J. benutzte, ist Ammonium bichromicum

bekanntlich für die Untersuchung von Kernstructuren ganz zu verwerfen, da es dieselben auflöst, statt sie zu fixiren. Auch Alkohol ist wenig geeignet, da es diese Structuren, bei Geweben der Amphibien wenigstens, zu stark verändert. Die Vergoldungsmethode erhält allerdings bisweilen die Kernstructuren ganz erträglich, dürfte aber wegen ihren bekannten Nebenwirkungen bei diesem Object kaum verwerthbar sein.

Nach diesem durfte es wenig verwundern, wenn J. seltsame Resultate erhalten hat. So, dass derselbe bei der Regeneration keine karyokinetischen Figuren aufzufinden vermochte, und was derselbe über die bei der Theilung des Kerns auftretenden Erscheinungen sagt. Wenn der Nucleolus im ruhenden Kern oft fehlt, dagegen das Auftreten zahlreicher (2—4) Nucleolen als Zeichen beginnender Theilung anzusehen ist, so müssen sich ja im Magen erwachsener Tritonen fast alle Muskelfasern zur Theilung anschicken. Dann folgt als nächstes Stadium ganz richtig eine Knäuelform; aber dieser Knäuel reisst ohne weiteres mitten durch, und J. bezeichnet ausdrücklich diese Theilungsart als die „directe" im Gegensatz zur „indirecten" „im Flemming'schen Sinne". Auf welchem Wege schliesslich J. die Thatsachen eruirt hat, die er über das Verhalten des Zellprotoplasmas und der contractilen Substanz angiebt, vermögen wir nicht zu ergründen — wohl auf demselben, auf dem er die Zuheilung grösserer Defecte in der Magenmusculatur von Frosch und Salamandra zu constatiren wusste. Wir wenigstens mussten uns überzeugen, dass bei diesen Präparaten weder das Isolationsverfahren noch eine Zerlegung in Schnitte Aussicht bot auf ein tieferes Eindringen in die feineren Verhältnisse, und bei den unversehrten Präparaten war es uns unmöglich, mit den uns zu Gebote stehenden Hülfsmitteln und Untersuchungsmethoden weiteres zu erreichen, als oben angegeben ist.

Unser Urtheil über die Angaben von Jakinowitsch ist daher folgendes: Abgesehen von dem direct Unwahrscheinlichen beruhen dieselben auf falschen Deutungen von Bildern, die theils als Degenerationserscheinungen der in Folge des Eingriffes zu Grunde gehenden Muskelfasern, theils als durch Reagentienwirkung hervorgerufene Kunstproducte aufzufassen sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV.

Fig. 1. Hälfte eines Defects. 8 Wochen nach der Operation. Der Defect ist mit Bindegewebe ausgefüllt, in das ein Capillargefäss hineingesprosst ist. Um den Defect herum Muskelfasern mit stäbchenförmigen Kernen und langgestreckten Kernfiguren. Grosse Kernfiguren des Peritonealepithels, kleine des Bindegewebes.

Fig. 2. Kerne glatter Muskelfasern im Ruhestadium. a. Normaler Kern. b—d. Degenerationserscheinungen.

Fig. 3. Beginn der Kinese. Knäulform. Zwei grössere Nucleolen sind noch sichtbar.

Fig. 4. Lockerer Knäul.

Fig. 5. Segmentirter Knäul.

Fig. 6. Umlagerung der Segmente des Knäuls zum Stern.

Fig. 7. Stern, vor der Längsspaltung.

Fig. 8. Stern. Längsspaltung der Kernfäden.
(Bei Fig. 7 und 8 ist die Körnelung der Chromatinfäden sehr deutlich).

Fig. 9 und 10. Feinstrahliger Stern.

Fig. 11. Metakinese.

Fig. 12. Tochtersterne.

Fig. 13. Auseinanderrücken der Tochtersterne. Zwischen beiden sind feine achromatische Fäden ausgespannt.

Fig. 14. Tochterknäulform.

Fig. 15 und 16. Dasselbe, in die Gerüstform übergehend.

Fig. 17. Einschnürung der Muskelfaser zwischen zwei Tochterkernen. Letztere zeigen Uebergang von Knäulform in Gerüstform.

Fig. 18 und 19. Weiterer Uebergang in das Ruhestadium, das in Fig. 19 fast erreicht ist. Auftreten von Nucleolen. (In beiden Fällen ist die Theilung des Zellleibes ausgeblieben.)

(Aus dem anatomischen Institut zu Kiel.)

Bemerkungen über Secretion und Bau von Schleimdrüsen.

Von

Dr. **Ed. Paulsen** in Kiel.

In seinen in diesem Archiv Bd. 23 S. 382 veröffentlichten Untersuchungen an Schleimdrüsen hat Schiefferdecker mitgetheilt, dass es ihm durch Färbung von Alkoholpräparaten mit Eosin-Anilingrün gelungen ist in den Ausführungsgängen dieser Drüsen Dinge zu tingiren, welche als ausgestossene Bestandtheile des secernirenden Epithels aufzufassen sind. Er fand Lumina von Ausführungsgängen in ihrer ganzen Breite ausgefüllt von einer Masse, die er als dunkle, halb körnig, halb netzförmig aussehende Figuren beschreibt, welche mit stark entwickeltem Netzwerk versehenen Drüsenzellen, wenn man sich die Zellhaut zerstört denke, sehr ähnlich wären. Die Figuren liegen mehr in der Mitte des Ganzen, während an den Seiten ein Streifen einer dunkelkörnigen Masse sich hinzieht. Aehnliches in den Ausführungsgängen mucöser Drüsen nachzuweisen ist mir mittelst anderer Methoden gelungen. An Osmium- und Heidenhain'schen Präparaten von Zungenschleimdrüsen des Kalbes, des Ochsen, Hundes und Meerschweinchens, sowie von Trachealdrüsen des Schweins konnte ich durch Hämatoxylin in zahlreichen Ausführungsgängen ein feines dichtes Netzwerk tingiren. Es präsentirt sich dasselbe besonders scharf an Osmiumpräparaten als zusammengesetzt aus zarten Fäden, welche dieselbe Farbennuance wie das Maschenwerk des Drüsenepithels aufweisen, und ist zuweilen in solcher Menge angehäuft, dass die zusammengeballten Massen streckenweise die ganze Lichtung eines grossen Ausführungsganges ausfüllen. Den directen Zusammenhang solcher Fäden mit dem Maschenwerk des Epithels habe ich an den Schleimdrüsen in der äusseren Haut von Salamandra maculata beobachten können. Es finden sich hier bekanntlich zwischen den Fettdrüsen zahlreiche flaschen- oder beutelför-

mige Einsenkungen, deren Seitenwände mit einer Schicht, den Zellen der Epidermis ähnlicher, niedriger und breiter, deren Grund aber mit einer Reihe hoher und gestreckter Zellen ausgekleidet ist. Während von den ersteren bei obiger Behandlung nur die grossen, rundlichen Kerne tingirt werden, erweisen sich die letzteren durch die Färbung des Maschenwerks und des an der Basis befindlichen, abgeplatteten Kerns als Schleimzellen, deren netziger Inhalt an vielen Stellen durch das obere offene Ende austritt und die Lichtung der beutelförmigen Einstülpung der Cutis erfüllt.

An einzelnen der von mir untersuchten Schleimdrüsen, den Zungendrüsen des Kalbes und des Ochsen, sowie den Trachealdrüsen des Schweins, bei denen besonders grosse Mengen dieses Maschenwerks in den Ausführungsgängen sich fanden, war dieses durchsetzt von äusserst zahlreichen, tingirbaren, abgeplatteten Kernen. Dieselbe Erscheinung habe ich auch an Zungenschleimdrüsen, Pharynx- und Trachealdrüsen zweier erwachsener Menschen constatiren können, bei denen wegen Carcinom der Zunge oder des Oesophagus die erstere resp. der Larynx mit seiner Umgebung exstirpirt worden war, und endlich an Nasendrüsen der mittleren Muschel eines Erwachsenen aus der Nachbarschaft von Schleimpolypen. In einigen dieser menschlichen Schleimhautschleimdrüsen, bei denen ein ganz normaler Secretionszustand wohl nicht mehr vorausgesetzt werden darf, war die Menge von ausgestossenen Kernen und Maschenwerk eine ganz ausserordentliche und es liessen sich vielfach schon in den ersten Anfängen der Ausführungsgänge Ströme derselben erkennen und bis zur freien Fläche des Oberflächenepithels verfolgen. Den Bau der Pharynxdrüsen, die untersuchten Stücke waren nicht weit von einem der sinus pyriformis entnommen, habe ich nicht übereinstimmend mit den Klein'schen Angaben im Atlas of Histology gefunden: anstatt mit einem gemischten Epithel, wie ich es an den Trachealdrüsen constatiren konnte, waren hier die Tubuli ausschliesslich mit Schleimzellen ausgekleidet. Auffallend war die Grösse ihres Ausführungsganges. In derselben Weise wie ich es früher beschrieben habe[1]), war auch in dieser mittleren Nasenmuschel und in einer weiteren wegen Carcinom von mir exstirirten, sowie in einigen Schnitten, welche

---

1) Ueber die Drüsen der Nasenschleimhaut, besonders die Bowman-schen Drüsen. Dieses Archiv Bd. 26.

ich von der unteren Nasenmuschel eines Erwachsenen anfertigte, das Epithel der Drüsen ein gemischtes. In neuester Zeit hat Stöhr[1]) dieses bestätigt und zugleich zu meinem Erstaunen meine Mittheilung so ausgelegt, dass ich in der mittleren Nasenmuschel eines erwachsenen Menschen ausschliesslich Schleimdrüsen gefunden hätte, während ich doch durch Wort und Bild auf das Deutlichste ausgedrückt habe, dass diese Drüsen ein gemischtes Epithel führen. Loco citato S. 314 habe ich angeführt, dass Klein das Epithel der Drüsen des Pharynx, Oesophagus, Larynx, der Trachea und von mucösen Drüsen der Regio respiratoria der Nase als ein aus zweierlei Zellenarten bestehendes beschreibt, indem Schleimzellen und Zellen von dem Aussehen des Epithels der Eiweissdrüsen in demselben Drüsenschlauche entweder neben einander oder auch jede der beiden Zellenarten allein für sich vorkommen könnten. Auf S. 317 habe ich dann mitgetheilt, dass ich bei einem erwachsenen Manne in der mittleren Nasenmuschel ausschliesslich Drüsen gefunden habe, wie sie Klein als mucöse beschreibt, und weiter meinen eigenen Befund folgendermassen beschrieben: „Ihre (der Drüsen) zahlreichen Windungen bildeten grössere und kleinere Ballen, in denen einzelne Tubuli ausschliesslich mit Schleimzellen, deren weites Maschenwerk sich sehr schön blau-violett färbte, andere nur mit grosskernigen, engmaschigen, ungefärbten Zellen und noch andere endlich mit Zellen beider Arten besetzt waren.“ Auf Tafel XI ist dann in Fig. 7 a bei schwacher Vergrösserung ein Schnitt durch die betr. mittlere Nasenmuschel wiedergegeben, wobei die Schleimzellen in den Drüsenschläuchen durch Blaufärbung von der anderen Zellenart unterschieden sind und Fig. 7 b bringt noch bei starker Vergrösserung einige Durchschnitte dieser Tubuli, in denen in derselben Weise die verschiedene Anordnung der beiden Zellenarten gekennzeichnet ist. Den Namen „gemischte Drüsen“, den Stöhr gebraucht, halte ich für diese Drüsen für nicht so geeignet, wie die Bezeichnung „Drüsen mit gemischtem Epithel“, den ich l. c. S. 311 schon auf die Bowman'schen Drüsen angewendet habe.

---

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie des menschlichen Körpers. Verhandl. d. phys.-med. Ges. z. Würzburg. N. F. XX. Bd. Nr. 1.

Zur Kenntniss des Blasenepithels einiger Schildkröten (Testudo graeca und Emys europaea).

Von

Dr. **Joseph Heinrich List.**

Hierzu Tafel XXVI.

I. Das Blasenepithel von Testudo graeca. (Taf. XXVI, Fig. 1 bis 3.)

Betrachtet man das Blasenepithel frisch ohne jede Zusatzflüssigkeit oder in Humor aqueus in der Flächenansicht, so sieht man die polygonalen Felder, welche den einzelnen Zellen der obersten Lage entsprechen, und die so ziemlich sämmtlich gleiche Grösse zeigen. Zwischen den grösseren polygonalen Feldern bemerkt man aber häufig kleinere, welche nach Einwirkung von salpetersaurem Silberoxyd als dunklere Stellen im Epithele erscheinen (man vergl. Fig. 1). Nach Behandlung mit letzterem Reagens (1 : 300) oder mit Osmiumsäure (0,5—1 perc.) treten die Zellgrenzen deutlich hervor. An Profilansichten, die sich in jedem Präparate ergeben, bemerkt man, dass sich die Zellen der obersten, d. i. dem Cavum zugekehrten Lage gegen dasselbe etwas vorwölben.

Betrachtet man das Epithel an Querschnitten oder an Isolationspräparaten, so ergiebt sich dasselbe als ein geschichtetes Cylinderepithel, dessen oberste Zellenlage grosse Aehnlichkeit mit den Magenepithelzellen verschiedener Amphibien und Reptilien zeigt (Fig. 2, Fig. 3 a—g).

An Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit erscheint nun der grösste Theil der Zellen der obersten Lage zu becherförmigen Gebilden umgewandelt. Der obere überhalb des Kernes gelegene Theil der Zelle ist häufig etwas ausgebaucht, während der untere Theil entweder cylindrisch oder häufiger sich nach unten allmählich verjüngend konisch erscheint. Die einzelnen Zellen erinnern so mit ihren becherähnlichen Formen in der Profil-

ansicht lebhaft an Becherzellen, ohne je die exquisite rundliche Theca und die abgeplatteten Kerne derselben zu zeigen.

Der oberhalb des Kernes gelegene Theil der Zelle erscheint an Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit oder Osmiumsäure hell, und ein Theil der Zellsubstanz ist daselbst in Form eines Gerüstwerkes angeordnet, während der übrige grösste Theil des oberen Zelltheiles homogenes Aussehen zeigt. An diesem oberen Zelltheile kann man ferner eine deutliche Membran nachweisen, welche sowohl an Isolationspräparaten als auch an Flächenansichten nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd (man vergl. Fig. 1) distinct hervortritt. An dem obersten Theile der Zelle gelingt es ferner, ein deutliches Stoma zu beobachten, aus welchem man sehr häufig einen halbkugelförmigen Pfropf hervorragen sieht (Fig. 3 c, d). Auch an ganz frischen Objecten kann man diese Vorwölbung beobachten, ohne aber wegen der gleichen Lichtbrechungsverhältnisse ein Stoma bemerken zu können.

Die Zellen der obersten Lage würden demnach oben offen erscheinen, ein Verhalten, welches einen Vergleich mit den Epithelzellen des Magens der verschiedensten Wirbelthiere vollkommen zulässt. In dieser Ansicht wurde ich noch bestärkt an Schnitten von Blasen, welche sofort nach Tödtung des Thieres in absolutem Alkohol gehärtet wurden. An feinen Schnitten (Fig. 2) gelang es mir nicht, an dem obersten Zelltheile eine deutliche abschliessende Membran zu unterscheiden, sondern es schien sich der Zellinhalt etwas vorzuwölben, um die Zelle daselbst abzugrenzen[1]). Der untere Theil der Zellen erscheint an Isolationspräparaten dunkler und zeigt ein granulirtes Aussehen. Fast stets kann man bemerken, dass sich dieser untere Zellentheil mit einer halbkugelförmigen Ausbauchung gegen den oberen hellen abgrenzt (Fig. 3 a, c). Der Nucleus liegt in der Regel in dem unteren dunkleren Theile; hier und da kann man auch Zellen beobachten, in welchen ein Unterschied zwischen dem oberen und unteren Zelltheile nicht bemerkt werden kann, sondern in welchen die gesammte Zellsubstanz hell erscheint, und man nur noch undeutliche Spuren eines Gerüstwerkes sehen kann (Fig. 3 g).

Manchmal konnte ich Zellformen bemerken, deren oberer

1) Ich muss übrigens bemerken, dass meine Präparate sämmtlich von im Winterschlafe befindlichen Individuen stammten.

Theil der Membran nach aussen umgeschlagen war (Fig. 3 d), während der untere Theil schwanzartig erschien.

Was den Kern der Zellen der obersten Lage betrifft, so erscheint derselbe wohl am häufigsten ellipsoidähnlich und zwar so gelagert, dass seine Längsaxe mit derjenigen der Zellen zusammenfällt. Allerdings zeigt derselbe häufig an der dem oberen hellen Zelltheile zugekehrten Seite eine Ausbuchtung. An Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit zeigten die Nuclei das bekannte Verhalten, indem das Gerüstwerk von der Membran getrennt als dichte Granulation erschien. An denjenigen Stellen der Zelle, an welchen der Nucleus lag, konnte man mitunter Ausbauchungen der Zelle selbst beobachten (Fig. 3 c).

Ausser den für die obere Lage besprochenen charakteristischen Zellformen kann man aber auch Zellen finden, welche ganz den Habitus gewöhnlicher Epithelzellen besitzen, und welche, wie man sich an Isolationspräparaten überzeugen kann, zwischen den besprochenen Zellen eingekeilt sind (Stz, Fig. 3 a, b). Ich möchte diese Zellen mit dem Namen Stützzellen bezeichnen, weil sie gewissermaassen in bestimmten Abständen wie Pfeiler erscheinen, um welche sich die becherähnlichen Zellformen gruppiren. Diese Stützzellen (Fig. 3 e, f) haben mehr prismatische Formen, sind oft sehr dünn und reichen mit ihrem unteren schwanzartigen Fortsatze sehr häufig bis zur Bindegewebslage. Sie stehen gewöhnlich einzeln, hie und da allerdings auch zu mehreren beisammen und zeigen an dem den Kern führenden Theile wohl stets eine Anschwellung. Die Zellsubstanz erscheint an Isolationspräparaten fein granulirt, während der Kern, welcher in der Regel im mittleren Theile der Zelle zu liegen kommt, gewöhnlich ellipsoidähnliche Form zeigt. Die längsten dieser Stützzellen, die ich beobachten konnte, hatten eine Länge von 129 μ[1]).

Die Zellen der unteren, der Mucosa aufsitzenden Lage, die häufig dadurch, dass die Zellen der oberen bis zur Bindegewebslage reichen, nicht deutlich differenzirt erscheint, sind gewöhnlich cylindrisch oder mehr keulenförmig (Fig. 3 a, b, c). Allerdings gelingt es auch, wenn auch seltener, Zellenformen zu beobachten, welche Pyramidenform besitzen und mit breiter Basis

---

1) An versilberten und sodann isolirten Epithelien kann man bemerken, dass der an der Oberfläche liegende Theil der Stützzellen häufig das Silberoxyd stärker reducirt, und dass davon die dunklen Felder herrühren (Fig. 1).

der Mucosa aufsitzen (Fig. 3 b). Der Kern dieser Zellen erscheint ellipsoidähnlich oder mehr sphärisch.

An frischen Präparaten erscheint die Zellsubstanz sämmtlicher Zellen trübkörnig. An grösseren zusammenhängenden isolirten Epithelstücken überzeugt man sich, dass das Epithel mit einer Fläche der Mucosa aufsitzt.

Die Dicke des Epithels betrug (gemessen an Querschnitten von in Alkohol gehärteten Objecten) im Mittel 86 μ.

Soweit meine Erfahrungen reichen, findet sich ein solch' eigenthümlich gebautes Blasenepithel nur bei Testudo. Bei fast sämmtlichen von mir untersuchten Wirbelthieren ist die Blase von einem geschichteten Pflasterepithele ausgekleidet. Ob die Zellen der obersten Lage Sekret ausstossen, war mir nicht möglich, am frischen Materiale zu beobachten, obwohl die Befunde an gehärteten Objecten darauf hindeuten würden. Zudem gelingt es mitunter Zellen zu beobachten (Fig. 3 g), welche ganz hell erscheinen und aussehen, als ob sie den grössten Theil ihres Zellinhaltes ausgestossen hätten. Auf welche Weise diese Sekretion dann vor sich ginge und zu welchem Zwecke, darüber könnte ich höchstens nur Vermuthungen vorbringen.

II. Das Blasenepithel von Emys europaea.
(Taf. XXVI, Fig. 4—6.)

Betrachtet man das frische Epithel an Flächenansichten (Fig. 4), so bemerkt man das schöne Mosaik aus polygonalen Feldern bestehend. Die einzelnen Epithelzellen variiren, was die Grösse der dem Cavum zugekehrten Fläche anlangt, innerhalb bedeutender Grenzen. An versilberten Flächenansichten kann man auch kleine polygonale Felder beobachten, ähnlich wie in Fig. 1 gezeichnet, welche dunkler als die benachbarten erscheinen. Es ist möglich, dass dies jüngere, an die Oberfläche gerückte Zellen sind, welche das Silberoxyd stärker reducirt und mehr metallisches Silber auf ihrer Oberfläche niedergeschlagen haben.

Wenn man nun an Querschnitten (Fig. 5) oder an Isolationspräparaten das Epithel im Profile ansieht, so erscheint dasselbe als ein geschichtetes Pflasterepithel, welches mit dem Blasenepithel anderer Wirbelthiere grosse Uebereinstimmung zeigt.

Die Zellen der obersten, dem Cavum der Blase zugekehrten Lage wölben sich gegen dasselbe etwas vor, was man an frischen

Flächenansichten sehr deutlich beobachten kann. Hebt man den Tubus, so erscheinen die rinnenartigen Vertiefungen zwischen den einzelnen Epithelzellen dunkel, und die Felder hell, senkt man den Tubus, so tritt das umgekehrte Bild ein (Fig. 4.)

Die Zellen der obersten Lage sind nun entweder abgeplattete typische Flügelzellen, oder sie haben mehr cylindrische Formen (Fig. 6 a—d). Auf der dem Cavum zugekehrten Oberfläche erscheinen die Zellen von einem scharfen Contour begrenzt. Die Zellsubstanz erscheint an Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit grob granulirt. Die einzelnen Zellen erscheinen mit mannichfachen Facetten ausgestattet, zur Aufnahme der neben und unterhalb liegenden Epithelzellen. Die Kerne sind ellipsoidähnlich oder sphärisch und liegen in den abgeplatteten Zellformen mit ihrer Längsaxe in der Richtung der Oberfläche, in den cylindrischen Formen in der Längsaxe der Zelle.

Die Zellen der tiefer liegenden Schichten (man vergl. Fig. 5, 6 c, e) zeigen sehr mannichfaltige Formen. Cylindrische, keulen- und pyramidenförmige Zellen kann man unterscheiden. Eine ausgesprochene Lagedifferenzirung kann man nicht bemerken, da die keulen- oder cylinderförmigen Zellen der mittleren Lage mit ihren Fortsätzen sehr häufig bis zur Mucosa reichen.

In den keulenförmigen Zellen liegt der sphärische oder ellipsoidähnliche Nucleus im angeschwollenen Zelltheile, während in den pyramidenähnlichen Formen derselbe am Grunde der Zelle zu liegen kommt.

Der Nucleus zeigt in allen Zellenformen an Isolationspräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit das Fadengerüst von der Membran getrennt gewöhnlich als dichte Granulation, während an Osmiumpräparaten deutlich das Gerüstwerk des Chromatins, und hie und da auch Nucleoli zu beobachten sind.

Die Dicke des Epitheles betrug im Mittel (gemessen an Querschnitten) 46 μ. Auch im Blasenepithel von Emys ist es mir nicht gelungen kernlose Zellen — Rudimente — zu beobachten. Die Zellen der untersten Lage sitzen mit einer Fläche der Bindegewebslage auf, was man an abgelösten Epithelstücken oft sehr schön beobachten kann.

Kerntheilungsfiguren gelang mir an meinen Präparaten nicht zu sehen; zudem hatte ich nicht Gelegenheit, dieser Frage grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden, da mir nur wenige Exemplare von Emys europaea zur Verfügung standen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVI.

Fig. 1. Blasenepithel von Testudo graeca nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd (1:300). $\frac{600}{1}$.

Fig. 2. Querschnitt durch das Epithel nach Härtung in absolutem Alkohol und Tinction mit Hämatoxylin. $\frac{400}{1}$.

Fig. 3 a—g Epithelzellen nach Isolation in Müller'scher Flüssigkeit. a, b, c, d, g Zellen der obersten Lage, e, f Zellen der obersten Lage. Stz, Stützzellen. $\frac{600}{1}$.

Fig. 4. Blasenepithel von Emys europaea frisch in Humor aqueus. $\frac{400}{1}$.

Fig. 5. Querschnitt durch das Epithel nach Härtung in 0,5 procent. Osmiumsäure. $\frac{600}{1}$.

Fig. 6. a—e Epithelzellen nach Isolation in Müller'scher Flüssigkeit. $\frac{600}{1}$.

Einige Beobachtungen an den Negern und Buschmännern Afrika's.

Von

Dr. **W. Wolff** in Berlin.

Es ist, wie bekannt, von E. Haeckel eine Eintheilung des Menschengeschlechtes gemacht worden, die sich vornehmlich auf die Beschaffenheit der Behaarung des Menschen stützt. In dieser Eintheilung wurden die Wollhaarigen in 1. Büschelhaarige, zu denen die Hottentotten, Buschmänner und Papuas gehören und 2. Vliesshaarige, zu denen die afrikanischen Neger und Kaffern gehören, eingetheilt. Unter büschelhaarig versteht man eine ungleichmässige Vertheilung der Haare in der Weise, dass dieselben in einzelnen

Feldern auf der Haut ständen, die zwischen sich unbehaarte Hautpartien frei liessen. — Nachdem ich die Küste von Westafrika erreicht hatte, war ich überrascht bei den verschiedensten Negervölkern Büschelhaarige zu sehen, ja mehr oder weniger neigt jedes Negerhaar dazu Büschel zu bilden. Ich untersuchte dieselben genauer und fand, dass die einzelnen Büschel, die in der Grösse zwischen 0,5 und 3,0 cm schwankten, nicht auf einer ungleichmässigen Vertheilung der Haare auf der behaarten Haut beruhten, sondern auf einer ausgesprochenen Neigung zur Lockenbildung. Jedes Büschel bildet einen Haarkegel, dessen Spitze spiralig endet; so entstehen freiwillig zwischen den Kegeln durch eine Art Scheitelbildung scheinbar haarfreie Zwischenräume, gerade so wie bei unseren Frauen künstlich solche entstehen, wenn sie, um sich Locken zu machen, einzelne Haarstrehnen auf sog. Lockenwickel spiralig aufrollen. — Als ich später aus dem Inneren Westafrikas zurückkehrte, schrieb ich in meinem ersten kurzen Berichte [1]) vom Mai 1885 an die Afrikanische Gesellschaft in diesem Sinne und fügte noch hinzu, dass ich glaubte, dass auch bei den Hottentotten und Buschmännern die einzelnen Haarbüschel wahrscheinlich nicht auf eine andere Weise entständen. Ich hatte dann später Gelegenheit Buschmänner zu sehen und fand meine Annahme bestätigt. Das Haar derselben ist verhältnissmässig fein und daher schimmert die Kopfhaut zwischen den einzelnen Büscheln sehr stark durch. Man ist jedoch auch bei den Buschmännern jederzeit im Stande, aus einem solcher Büschel zwei oder mehr zu machen; man hat nur nöthig, denselben auseinander zu ziehen und ihn nun seiner natürlichen Kräuselung zu überlassen, oder derselben durch Drehung der Spitzen etwas nachzuhelfen. Es ist auch bei den Buschmännern die Vertheilung der Haare auf der behaarten Haut eine gleichmässige und scheint mir daher die Eintheilung der wollhaarigen Racen in Büschelhaarige und Vliesshaarige noch einer Reform zu bedürfen.

Anschliessend hieran möchte ich bemerken, dass nach Messungen, die ich an Lebenden vorgenommen habe, in manchen Gegenden Westafrika's die Zahl der Mesocephalen und Brachycephalen die der Dolichocephalen überwiegt.

Ich lasse die Maasse hier folgen:

---

1) Mittheilungen der Afrikan. Ges. in Deutschland. Bd. IV. Heft 6. p 364.

I. Leute aus Boma und dem dortigen Hinterlande Majumba (unterer Congo):

1)	Länge	191,5		2)	191,5	
	Breite	148,0	= 77		150,0	= 78
	Stirnbreite	111,0			107,0	
3)	Länge	200,5		4)	181	
	Breite	150,0	= 74		132,5	= 73
	Stirnbreite	106,0			96,0	
5)	Länge	188,5		6)	189	= 74
	Breite	151,0	= 80		139	
	Stirnbreite	115				
					Frau	
7)	Länge	178,0		8)	182,0	
	Breite	142,0	= 80		145,0	= 80
	Stirnbreite	100,0			100,0	
9)	Länge	183,0		10)	184	
	Breite	140	= 76		152	= 82
	Stirnbreite	103			98	
11)	Länge	178,0		12)	180,0	
	Breite	146,0	= 82		144,0	= 80
	Stirnbreite	105,0			96,0	
13)	Länge	189,0		14)	183,0	
	Breite	135,0	= 72		148,0	= 81
	Stirnbreite	101,0			103,0	
15)	Länge	192,0		16)	190,0	
	Breite	157,0	= 82		150,0	= 79
	Stirnbreite	101,0			99,0	
17)	Länge	190,0		18)	189,0	
	Breite	142,0	= 74		146,0	= 78
	Stirnbreite	103,0			105,0	
	Frau					
19)	Länge	172,0				
	Breite	135,0	= 78			
	Stirnbreite	95				

II. Kabinda (an der Meeresküste etwas nördlich von Banana).

	Frau					
20)	Länge	175		21)	200	
	Breite	140	= 80		154	= 77
	Stirnbreite	99			109	
22)	Länge	191		23)	191	
	Breite	142	= 74		153	= 81
	Stirnbreite	107			104	

Tabelle für 23 Schädel.

6 Dolichocephalen	72	1
	73	1
	74	4
	75	—
12 Mesocephalen	76	1
	77	2
	78	3
	79	1
	80	5
5 Brachycephalen	81	1
	82	3

Es stehen bekanntlich die beiden Darmbeine bei den Negern steiler als bei den Indogermanen, daher auch bei den Weibern die Hüften stets verhältnissmässig schmal sind. Das ganze Becken ist ausserdem um seine horizontale Axe gedreht, so dass das Kreuzbein mehr nach hinten steht als bei uns; es treten daher die Gluteen sehr stark hervor, d. h. der hintere prominirt sehr. Häufig, doch bei weitem nicht durchgängig habe ich gesehen, dass der Calcaneus sehr weit nach hinten vorspringt, daher die Achillessehne einen spitzeren Winkel mit dem hinteren Ende des Fersenbeins macht. Diese Bildung sowohl wie die mehr horizontale Lage des Beckens kann man als eine grössere Annäherung an die Thierform betrachten. — Die Nasenlöcher der Neger sind so eingerichtet, dass sie wegen der den kühleren Regionen gegenüber verdünnten Tropenluft und des dadurch bedingten verstärkten Verbrauchs möglichst viel Luft in einer gegebenen Zeit durchlassen können, nähern sich daher der Kreisform, es wird dadurch die Nase platter und breiter als die unsrige, bei der die Nasenlöcher langoval sind. Es ist ferner, um die Athmung möglichst zu erleichtern, die Nase im Allgemeinen kürzer und sehen die Nasenlöcher mehr nach vorn als die unsrigen, die abwärts gerichtet sind.

Die beiden Keimblätter und der Mittelkeim.

Von

Dr. **W. Wolff** in Berlin.

Hierzu Tafel XXVII.

Der erste Forscher, der die Zusammensetzung des Keimes aus blattartigen Schichten nachwies, war Pander und zwar unterscheidet derselbe an dem Keime des Huhnes erst nur eine Schicht zusammenhängender Körner, das Schleimblatt, an dessen Aussenseite alsbald eine dünnere durchsichtige Lage, das seröse Blatt entsteht, zwischen diesem bildet sich seine dritte Lage, die Gefässschicht. Van Baer ging einen Schritt weiter, indem er fand, dass sich die mittlere blattförmige Anlage wiederum in zwei Blätter theilte, von denen er das äussere Fleischschicht nannte und mit dem oberen Blatte, dem Hautblatte, zusammen als animale Anlage bezeichnete; das innere nannte er Gefässschicht und bezeichnete es mit dem unteren Blatte, dem Schleimblatte zusammen als vegetative Anlage. Von Remak an kann man eine neue Epoche in der Deutung der blattförmigen Embryonalanlagen rechnen, die für die Auffassung der Entwicklung der gesammten Metazoen von Bedeutung war. Remak beschreibt die Entstehung der blattförmigen Embryonalanlagen beim Huhne vom Zeitpunkte des gelegten Eies an und zwar besteht nach ihm der Keim des frisch gelegten Eies aus einem fester gefügten äusseren Blatte, dem äusseren Keimblatte, und einer loser gefügten inneren Schicht, die er inneres Keimblatt nannte. In Folge der Bebrütung scheidet sich vom inneren Keimblatte eine dritte blattartige Anlage, das Darmdrüsenblatt ab, den Rest des inneren Keimblattes bezeichnet Remak als mittleres Keimblatt; so ist das innere Keimblatt in das mittlere und in das Darmdrüsenblatt aufgegangen. Ferner beschreibt er, wie das mittlere Keimblatt nun in strichförmiger Ausdehnung im Primitivstreifen mit dem äusseren Keimblatte ver-

schmilzt und schliesst aus guten Gründen, dass in dieser Vereinigung der beiden Keimblätter höchst wahrscheinlich ein Austausch der Elemente stattfinde; den bestimmten Nachweis konnte er nicht führen, da die mikroskopische Technik noch nicht soweit vorgeschritten war, dass man den Embryo in zusammenhängenden Schnittreihen untersuchte.

Die thatsächlichen Befunde Remak's sind vollständig richtig, dagegen ist seine Auffassung derselben und die damit in Zusammenhang stehende Bezeichnung eine leider irrthümliche gewesen und ist vielleicht mit ein Grund, dass die Verwirrung in der Auffassung und Deutung der Keimblätter jetzt eine so grosse geworden ist, dass es z. B. bei den Wirbelthieren keine Combination für die Entstehung des mittleren Keimblattes giebt, die nicht ihre Vertreter hätte. So hat die Ansicht, dass das mittlere Keimblatt aus dem äusseren, wie aus dem inneren, wie aus beiden, wie endlich aus keinem von beiden Keimblättern entstanden sein soll, ihre Vertreter unter den Forschern.

Ein Fortschritt war es, dass Remak den Namen „Keimblatt" für die primitiven embryonalen blattförmigen Anlagen und deren verschiedene Bezeichnungen einführte; durch diesen Namen war die Verwandtschaft der Blätter unter sich angedeutet, und es war eine berechtigte Forderung, dass man unter diesem Namen gleichwerthige Grössen zusammenfasste, die auch womöglich auf eine homologe Weise sich gebildet hätten, und zwar, wie der Name Keimblatt andeutete, als blattartige Anlagen aus dem Keime. Der Fehler der Remak'schen Auffassung und Bezeichnung liegt darin, dass er den Theil des Keimes, der nach Abzug des äusseren Keimblattes übrig bleibt, inneres Keimblatt nannte, obgleich dieser Theil des Keimes überhaupt noch gar keine blattförmige Anordnung zeigt, was auch Remak wohl bekannt war und aus seiner Beschreibung dieses Theiles des Keimes klar hervorgeht. Die Folge nun, die aus dieser Benennung resultirt, ist die, dass alle weiteren Differenzirungen dieses Theiles des Keimes als aus dem inneren Keimblatte entstanden aufgefasst werden müssen, und doch bildet sich das wirkliche innere Keimblatt erst aus diesem Theile des Keimes. Ein anderer Fehler dieser Benennung liegt darin, dass, nachdem das innere Keimblatt Remak's in das mittlere und das Darmdrüsenblatt aufgegangen ist, jetzt der Keim aus einem äusseren und einem mittleren Keimblatte bestehen soll, ohne ein inneres zu

besitzen. Letztere Inconsequenz machte sich allerdings bald fühlbar, obgleich dies nirgends klar ausgesprochen ist, und wurde von den Forschern alsbald in soweit ausgeglichen, als dieselben von dem inneren Keimblatte Remak's, das sie primäres inneres Keimblatt oder inneres Keimblatt im weiteren Sinne nannten, sich das mittlere als einen Theil desselben abspalten liessen, und nun den Namen secundäres inneres Keimblatt oder inneres Keimblatt im engeren Sinne auf den übrig bleibenden Rest übertrugen, den Remak als Darmdrüsenblatt bezeichnet hatte. Dieser Auffassung huldigen die meisten Forscher [1]) noch heute und doch liegt der Fehler derselben auf der Hand: man stellt nämlich zwei gleichzeitige und gleichwerthige Bildungen so dar, als wäre die eine aus der anderen entstanden.

Für Remak hatte die Benennung der blattartigen embryonalen Zellschichten noch nicht die Bedeutung, die wir derselben heute beilegen müssen, da sich inzwischen herausgestellt hat, dass die Keimblätter Bildungen sind, die wir bei den gesammten Metazoen finden; wir können dieselben jedoch nur dann mit einander vergleichen, wenn wir homolog entstandene Bildungen mit diesem Namen bezeichnen und nicht jede beliebige blattförmige Anlage im Embryo Keimblatt nennen. Dazu kommt noch der Umstand, dass bei den niedrigen Classen der Metazoen überhaupt nur zwei Keimblätter vorhanden sind, wir also genau prüfen müssen, ob einer bei den höheren Classen der Metazoen neu auftretenden dritten Schicht auch der Werth und die Bedeutung eines Keimblattes zukommt. Wir müssen uns also vor allem genau darüber verständigen, was wir als Keimblatt bezeichnen wollen und dürfen. Aus diesem Grunde werde ich erst kurz die allgemeine Bildung der Keimblätter der Metazoen recapituliren. Hieraus werden sich dann die den Keimblättern besonders eigenthümlichen Momente ergeben. Da aber die Keimblattbildung ihren Ursprung der Gastrula-

1) So lässt Balfour in seinem jüngst erschienenen Werke der vergleichenden Embyologie durchgängig den Vesoblast aus dem primitiven Hypoblast entstehen. Auch die Stricker'sche Schule, Peremuschko etc. machen hiervon keine Ausnahme, denn wenn dieselben vom Boden der Keimhöhle Zellen zwischen die beiden primitiven Keimblätter wandern lassen, und aus diesen Zellen das mittlere Keimblatt entstehen soll, so geht es ebenfalls aus dem primitiven Hypoblast hervor.

bildung verdankt, die Form der Gastrula wiederum zum Theil abhängig von der Beschaffenheit des Eies ist, so lasse ich hier die Entstehung der verschiedenen Eiformen und die Wechselbeziehungen zwischen Ei und Gastrula, wie sie auf Taf. XXVII, Fig. 1 bis 7 graphisch dargestellt sind, folgen. Voran stelle ich einige Voraussetzungen, auf welche sich die weiter unten folgenden Schlüsse aufbauen und die wohl kaum einen Widerspruch finden werden:

Die ursprüngliche Form des primitiven Eies im Ruhezustand ist die Kugelform, die das Ei auch trotz verschiedener Veränderungen im Inneren stets wieder anzustreben sucht; es sind hier Veränderungen gemeint, die durch die grösseren Anforderungen bei höherer Entwicklung des zukünftigen Organismus schon an das Ei gestellt werden.

Der Kern der Zelle, in unserem Falle das Keimbläschen, ist durch bestimmte Kräfte nach bestehenden Gesetzen an seiner Stelle fixirt. Aus der Betrachtung der Eier der niedersten Organismen und der jungen Eier zu schliessen, scheint die Lage des Keimbläschens in der Mitte des Bildungsdotters, also ursprünglich im Centrum des Eies zu sein.

Ferner können wir aus der Kenntniss der Entwicklung verschiedener Eier, so namentlich der Amphibieneier, als Gesetz hinstellen, dass im befruchteten Ei das Protoplasma sich möglichst so lagert, dass die Zelle, die aus einer bestimmten Stelle dieses Protoplasmas durch die Furchung hervorgeht, auch sofort an dem ihr wenigstens vorläufig zukommenden Platz oder ihrem Bestimmungsort thunlichst nahe sich befindet.

Fig. 1 stellt ein primitives Ei vor, die untere Horizontale theilt den Bildungsdotter sämmtlicher Eier ohne Rücksicht auf die oben angedeuteten späteren Veränderungen derselben in zwei Hälften und stellt zugleich die erste horizontale Furchungsebene vor. Die Vertikale theilt ebenfalls den Bildungsdotter in zwei Hälften ohne Rücksicht auf spätere Veränderungen und stellt die erste vertikale Furchungsebene dar. Beide Ebenen gehen nach der obigen Voraussetzung selbstverständlich durch den Kern. Da bei dieser Theilung ein oberer und unterer Eipol vorausgesetzt ist, so mag hier erwähnt werden, dass der obere Pol bei unbehinderter Beweglichkeit des Eies der dem Lichte zugekehrte ist.

Durch die Furchung der Fig. 1 a entsteht die Blastula Fig. 1 b

und aus ihr durch Einstülpung der unteren Hälfte gegen die obere, durch embolische Invagination, die Gastrula.

An der Gastruba unterscheiden wir bekanntlich eine äussere Zellschicht, das äussere Keimblatt, eine innere Zellschicht, das innere Keimblatt, die Höhle, das Archenteron und die Verbindung derselben mit der Aussenwelt, den Blastogorus oder das Prostoma.

Wenn nun das Ei durch den länger dauernden Entwicklungsprocess des Embryo gezwungen wird, Nahrung im Vorrath mitzunehmen, so ist es natürlich, dass dieselbe in dem Theile des Eies deponirt wird, der im Blastulastadium dem späteren inneren Blatte der Gastrula entspricht resp. ihm am nächsten gelegen ist, weil dieser Theil ausschliesslich die Aufgabe der Ernährung des Organismus übernommen hat. Auf diese Weise entsteht ein Ei, wie es schematisch in Fig. 2 wiedergegeben ist und in Fig. 2 a gezeichnet ist, nachdem es wieder die Kugelform angenommen hat, An solchen Eiern kann man den Bildungspol, der mit dem oberen Pol übereinstimmt, von dem Dotterpol (unteren Pol) unterscheiden und zwar nimmt der Bildungsdotter mit der Entfernung von seinem Pole in dem Verhältnisse ab, wie der Nahrungsdotter zunimmt. Wahrscheinlich steht die Linsenform des Keimbläschens auch mit der Dotteraufnahme des Eies im Zusammenhange, insofern nämlich durch dieselben das ursprüngliche kugelförmige Keimbläschen zusammengedrückt wird. Ferner muss das Keimbläschen, wenn es seinen Standort in der Mitte des Bildungsdotters beibehalten soll, dem oberen Pole näher rücken. Durch diese Ortsveränderung, die das Keimbläschen dem ganzen Ei gegenüber annimmt, wird die inäquale Furchung bedingt, insofern die erste horizontale Furchungsebene, die auch die vorhandenen (gewöhnlich vier Kerne) trifft, wohl den Bildungsdotter halbirt, das Ei jedoch in zwei ungleiche Stücke theilt. Ist die Nahrungsdotteraufnahme des Eies noch keine allzu grosse, so übt sie keinen Einfluss auf die Art der Gastrulabildung aus, es wird nur, wie Fig. 2 c zeigt, die archentorische Höhle kleiner, und überwiegen, wie schon im Blastulastadium zu sehen ist, die unteren Zellen an Masse bei weitem die oberen. Fig. 2 b.

Die ersten Differenzirungen der Gastrula bestehen bekanntlich in der Abflachung der einen Seite und in der Bildung des Kopfes (Mundes) gegenüber dem Blastoporus. Diese beiden Momente haben jedoch keine Rückwirkung auf die Eiform, dagegen eine

weitere Veränderung, die bei den Wirbelthieren auftritt, nämlich die ausserordentliche Ausbildung des unteren Rückenendes, die bei den niederen Wirbelthieren in der Form des Schwanzes, bei den höheren unter Rückbildung des Schwanzes in der Form der hinteren Extremitäten sich darbietet. Die Folge hiervon ist eine gesteigerte Anforderung von Bildungsmaterial an das untere Rückenende der Gastrula. Die Gastrula stellt diese Forderung wiederum an den dieser Stelle entsprechenden Theil der Blastula und diese an das Ei. Es entsteht so durch besonderes Wachsthumsbedürfniss einer bestimmten Stelle des Eies die asymmetrische Anhäufung des Bildungsdotters um das Keimbläschen (das, wie vorausgesandt, an einer bestimmten Stelle des primitiven Eies fixirt gedacht werden muss), wie sie schematisch in Fig. 3 gezeichnet ist und in Fig. 3 a, nachdem das Ei wiederum die Kugelform erreicht hat. Diese asymmetrische Anhäufung des Bildungsdotters um das Keimbläschen findet ihren Ausdruck in der asymmetrischen Furchung insofern die Furchungsebene durch den Kern gehen muss. Ob und in wieweit die asymmetrische Anhäufung des Bildungsdotters um den Kern speciell auch auf Rechnung des Mittelkeims, von dem weiter unten die Rede sein wird, gesetzt werden darf, wird von dem ev. sicheren Nachweis einer asymmetrischen Furchung bei Eiern wirbelloser Thiere abhängen. Die asymmetrische Furchung ist wohl von der inäqualen Furchung zu unterscheiden, denn letztere beruht, wie oben auseinandergesetzt, auf der Aufnahme von Nahrungsmaterial in das Protoplasma der Zelle, findet gegenüber der asymmetrischen Furchung ihren Ausdruck in der Grösse ihrer Theilungsendproducte und bezieht sich auf die beiden Theile des Eies, die durch eine auf der Verbindungsebene des Bildungspol mit dem Dotterpol senkrecht stehenden Ebene gebildet werden. Die asymmetrische Furchung, auf die zuerst Kölliker beim Hühnchen aufmerksam gemacht hat, findet sich selbstverständlich auch bei den Reptilien und Fisch-Eiern. Bei den Amphibieneiern, bei denen meines Wissens nach diese Asymmetrie bisher nicht beachtet wurde, kann man dieselbe ebenfalls sehr deutlich sehen. Es geht nämlich die erste Furchungsebene nicht durch die Mitte des Eies, sondern theilt dasselbe in zwei ungleiche Hälften, die dritte Furchungsebene (erste horizontale Ebene) steht ausserdem nicht rechtwinklig zu den beiden vertikalen, sondern macht einen stumpfen Winkel mit der ersten vertikalen an der Seite der

grösseren Hälfte. In wieweit die als nicht ganz regulär beschriebene Furchung der Säugethiereier auf eine asymmetrische Furchung, anstatt, wie bisher, auf eine inäquale zu beziehen ist, müssen spätere auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen lehren.

Die Asymmetrie der Furchung in Verbindung mit der steigenden Zunahme an Nahrungsdotter des Eies geben der Blastula schon eine ganz veränderte Form. Fig. 3 b zeigt das Schema einer solchen Blastula. Die Blastulahöhle ist durch die ausserordentliche Aufnahme von Nahrungsdotter der unteren Zellen sehr verkleinert worden. Das Auffallendste jedoch an einer solchen Bastula ist die Asymmetrie der beiden oberen Hälften, die Anhäufung von Bildungsmaterial an einem bestimmten Theile der Blastula. Stülpt sich nun der durch die Blastulahöhle (Keimhöhle) getrennte untere Theil gegen den oberen ein, so liegt es auf der Hand, dass die Seite mit dem überwiegenden Bildungsmaterial auch einen grösseren Theil der unteren Hälfte in sich aufnehmen kann. Es entsteht auf diese Weise eine asymmetrische Gastrula, wie sie Fig. 3 c zeigt. An der Umschlagstelle, dem Blastaporus, geht auch hier die äussere Zellschicht der Gastrula in die innere über. Gemeiniglich stellt man sich die Invagination, bei der der untere Theil der Blastula durch die Aufnahme von Nahrungsdotter ausserordentlich über den oberen an Masse überwiegt, so vor, als wüchse der obere Theil um den unteren herum. Bei dieser Auffassung denkt man sich den unteren Theil als todte Masse, die den festen Punkt abgiebt. Man nennt diese Art der Invagination im Gegensatz zu der embolischen die epibolische Invagination; in der That jedoch ist der Vorgang bei beiden Arten der Invagination der gleiche, der Unterschied besteht nur in der Anschauungsweise, welcher von beiden Hälften wir die lebendige Kraft bei der Invagination beimessen. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird wohl jede der beiden Seiten, die obere wie die untere, an der Invagination durch Arbeit betheiligt sein.

Der Blastoporus liegt bei dieser Gastrulation nicht in dem Ende einer Ebene, die die Gastrulahöhle in zwei symmetrische Hälften theilen würde, sondern ist von dieser Ebene nach der Seite des geringern Bildungsmaterials hin verschoben, und zwar scheint nach meinen Beobachtungen an Amphibieneiern der Blastoporus (Rusconi'sche After) am Endpunkt der Kreuzungslinie zu liegen, die durch die beiden ersten vertikalen Furchungsebenen gebildet wird,

von denen, wie oben erwähnt, die erste nicht durch die Mitte des Eies geht. Doch kann ich diese Beobachtung nicht als ganz sicher hinstellen, da nicht alle Fehlerquellen bei den diesbezüglichen Beobachtungen ausgeschlossen waren; namentlich sind Eigenbewegungen der Eier in ihren schleimigen Hüllen nicht undenkbar.

Wie der Entwicklungsgang aber vielfach verschiedene Wege hat dasselbe Ziel zu erreichen, so finden wir auch bei einer Reihe von Metazoen eine von der Obigen abweichende Dotteraufnahme des Eies. Es kann nämlich das Ei auch den Nahrungsdotter im Centrum um den Kern aufnehmen. Da in diesem Falle jedoch eine Invagination nach der Furchung nicht gut möglich ist, so lagert sich schon im Ei der Bildungsdotter so, dass es nur eines concentrischen Spaltungsprocesses der Blastulazellen mit nachfolgender Trennung derselben an einem Punkt bedarf, um aus der Blastula die Gastrula zu bilden. Diese Art der Gastrulation, die Gastrulation durch Delamination genannt wird, muss man als eine Abkürzung des Bildungsganges auffassen, insofern schon im Ei ein Theil des Bildungsdotters sich in den anderen einstülpt.

Nimmt der Nahrungsdotter immer mehr im Verhältniss zum Bildungsdotter zu, so entrückt er schliesslich der Machtsphäre des Letzteren, d. h. der Bildungsdotter ist nicht mehr im Stande den Nahrungsdotter mit sich zu theilen, zu furchen. Auf diese Weise entsteht die partielle Furchung des Eies. Bei derartigen Eiern findet sich ebenfalls schon im Ei, sei es während oder gar vor der Furchung, eine theilweise Einstülpung der unteren Bildungsdotterhälfte gegen die obere und es erhält der Bildungsdotter auf diese Weise eine biconvexe Linsenform, die sich der concavconvexen, das ist der Form einer möglichst flach ausgebreiteten Gastrula, nähern kann. Bei diesen Eiern können wir alle drei erwähnten Arten der Gastrulation beobachten. Insofern nämlich erstens der untere Theil des Bildungsdotters sich dem oberen schon vor der Furchung genähert hat, erhalten wir die Gastrulation durch Delamination, insofern er während oder unmittelbar nach der Furchung sich dem oberen nähert, haben wir die embolische Gastrulation und schliesslich finden wir auch bei einem Theile dieser Eier mit partieller Furchung die epibolische Invagination. Bei den Eiern nämlich, bei welchen auf der grösseren der beiden asymmetrischen durch die erste Furchungsebene gesetzten Hälften, der Bildungsdotter immerhin im Vergleiche zum Nahrungsdotter

in hinreichender Menge vorhanden ist (Fig. 6 a), wird noch der Versuch einer epibolischen Gastrulation gemacht, und wir erhalten auf diese Weise auf der einen Seite der Gastrula (der späteren hinteren Seite des Embryo) eine Blastoporuslippe mit einer geringen Einstülpung, einem Rudiment des Blastoporus (Fig. 6 b. bl). Bis in die Gastrulahöhle führt dieser Blastoporus nicht, da dieselbe durch den andrängenden Nahrungsdotter zum Theil verstopft ist. Auf dem ganzen übrigen Rande der Gastrula, an dem das Bildungsmaterial in geringerer Masse vorhanden ist, kommt es nicht mehr zur epibolischen Invagination, sondern es wird der Rand der hier auf die beiden zuerst erwähnten Weisen gebildeten Gastrula vom angrenzenden Nahrungsdotter fest zusammen gepresst. Ein sichtbarer Blastoporus ist ebenfalls nicht an diesem Theile des Randes vorhanden; doch geht auch hier wie bei jeder Gastrula die äussere Auskleidung derselben in die innere über. Bei den Eiern mit partieller Furchung, bei welchen am ganzen Rande des Keimes der Bildungsdotter im Vergleich zum Nahrungsdotter in zu geringer Menge vorhanden ist, um eine theilweise epibolische Gastrulation zu bewirken (Fig. 7 a), wird der Rand des Keimes in seiner ganzen Peripherie durch den angrenzenden Nahrungsdotter zu einer ganz dünnen Platte zusammengedrückt. Es existirt somit auch kein wirklicher Blastoporus oder auch nur ein Rudiment desselben; theoretisch liegt der Blastoporus zwischen dem Keimrande und dem angrenzenden Nahrungsdotter. Die Gastrulahöhle ist die sog. Keimhöhle, während vordem die Blastulahöhle durch die sog. Furchungshöhle repräsentirt war.

In das beschriebene Schema passen sämmtliche Eier mit ihren auf die Befruchtung folgenden Entwicklungsstadien; nur die Eier einer Thierklasse machen eine scheinbare Ausnahme, nämlich die Säugethiereier. Dieselben müssten, wie man a priori annehmen sollte, als Eier ohne Nahrungsdotter dem Entwicklungstypus der Fig. 1 folgen und eine Gastrula durch embolische Invagination bilden; dem ist jedoch nicht so, sondern die Gastrulation dieser Eier gleicht am meisten der Delamination mit gleichzeitiger und nachfolgender Epibolie eines Theiles des Bildungsdotters um einen Hohlraum. Diese Art der Gastrulabildung findet ihre Erklärung in der Annahme, die auch schon von anderer Seite betont ist, dass die Säugethiereier zurückgebildete Eier mit partieller Furchung seien. Abgesehen von dem verschwundenen Nahrungsdotter sind

die übrigen Verhältnisse der Säugethiereier dieselben geblieben als die der oben zuletzt beschriebenen Eier mit Nahrungsdotter, so namentlich die Einstülpung der unteren Bildungsdotterhälfte gegen die obere.

Fig. 5 stellt ein Säugethierei vor, das in einem Stadium dicht vor der gänzlichen Rückbildung des Nahrungsdotters gedacht ist. Der Rand des ursprünglich linsenförmigen Keimes ist am unteren Theile des Eies verschmolzen. Der Bildungsdotter umfasst noch den letzten Rest vom Nahrungsdotter, oder nach Verschwinden desselben eine Vacuole als Ausdruck des hier noch am wenigsten dichten Bildungsdotters. Wird nun das Ei während oder nach der Furchung durch die Aufnahme von Flüssigkeit bedeutend vergrössert, wie dies beim Säugethierei der Fall ist, so wird die Flüssigkeit hauptsächlich dort Aufnahme finden, wo der Nahrungsdotter zuletzt verschwunden ist und wir uns den Bildungsdotter noch am wenigsten dicht vorstellen können. Durch den Druck der Flüssigkeit wird der innere Theil des Bildungsdotters, der noch nicht soweit in der Entwicklung vorangeschritten ist eine zusammenhängende Membran zu bilden, an einer Stelle des schon membranösen äusseren Theiles des Bildungsdotters zusammengedrängt und muss nun von hier aus um den entstandenen Hohlraum herumwachsen (Fig. 5 b).

Wenn ich mir erlauben darf eine Eintheilung der Eier nach den des Längern auseinandergesetzten Gesichtspunkten vorzuschlagen, so würde dieselbe zum Theil auf der alten von Remak, zum Theil auf der neuen von Balfour fussen und in folgender Tabelle ihren Ausdruck finden.

				Furchung.
I. Holoblastische[1] Eier			äqual . . .	symmetrisch.
				asymmetrisch.
II. Meroblastische Eier	a. total	telolecithal	inäqual	symmetrisch
		centrolecithal		asymmetrisch
	b. partiell	telolecithal		symmetrisch
		controlecithal (?)		asymmetrisch.

Aus der dargelegten Auffassung der Gastrula der verschiedenen Metazoen geht hervor, dass ich mich der wohl zuerst von Kupffer vertretenen Anschauung, als entspräche der Primitivstreifen mit der Primitivrinne der Vögel und Reptilien einem Theile

1) Zu den holoblastischen Eiern sind hier nur Eier ohne Nahrungsdotter gerechnet.

der Gastrulahöhle beim Amphioxus und den wirbellosen Thieren, nicht anschliessen kann. Und zwar wären meine Gegengründe, ganz kurz gefasst, etwa folgende: Der Primitivstreif ist der optische Ausdruck einer strichförmigen Verdickung des äusseren Keimblattes, auf der bei den meisten Wirbelthieren eine Rinne, die Primitivrinne entsteht, als äusserer Ausdruck einer nach unten stattfindenden Einstülpung dieses Streifens. Diese Bildung hängt einzig und allein mit der Entstehung des Gehirns und Rückenmarks zusammen und findet nicht etwa nur bei den Säugethieren, Vögeln und Reptilien statt, sondern dieselbe tritt bei sämmtlichen Wirbelthieren mit Ausnahme von Lepidosteus, den Teleostiern und Petromyzon auf, bei welchem letzteren die Primitivrinne auf dem Primitivstreifen fehlt, weil sich hier die Hirn- und Rückenmarkshöhle durch einen späteren Spaltungsprocess im Inneren des Primitivstreifens bildet. Beim Amphioxus, von dem Kupffer in seinen Betrachtungen ausgeht, ist die Primitivrinne darum nicht ohne Weiteres zu sehen, weil die Epidermis zeitlich vor dem Auftreten der Rinne über derselben herüberwächst. Auf Schnitten jedoch ist die strichförmige Verdickung mit nachfolgender Einstülpung ebenso wie beim Hühnchen zu sehen. Man kann somit einen beim Amphioxus neben der Gastrulation vorkommenden und von derselben ganz unabhängigen Bildungsprozess bei den anderen Metazoen nicht als Analogon der Gastrulation hinstellen. Bei den Amphibien findet ebenfalls diese strichförmige Verdickung mit nachfolgender Einstülpung, der auf der Aussenseite einer Rinne entspricht, statt; bei diesen Eiern kann man wegen der Undurchsichtigkeit derselben die Verdickung ebenfalls nur auf Schnitten erkennen.

Ferner möchte ich gegen die Auffassung Kupffer's anführen, dass der Keim beim Auftreten der Primitivrinne stets schon zweiblättrig ist, daher durch eine nunmehr auftretende Einstülpung eines Blattes dreiblättrig resp. fünfblättrig werden müsste.

Aus den obigen Auseinandersetzungen über die Natur des Primitivstreifens geht zugleich hervor, dass ich mich auch der von Balfour vertretenen Ansicht über den Primitivstreifen der Sauropsiden nicht anschliessen kann. Nach seiner Ansicht repräsentirt der Primitivstreifen der Sauropsiden den neurenterischen Theil des Blastoporus der Elasmobranchier, sowie auch den geraden Streifen, der den Elasmobranchierembryo mit dem Blastodermrande

verbindet. Nach meiner Auffassung entspricht dieser Streifen bei den Ichthyopsiden einem Theile der sog. Narbe (blastotrema Kupffer's) der Keimhaut bei den Sauropsiden und leitet seinen Ursprung daher, dass diese Metazoen den Gastrulationstypus, der in Fig. 6 b dargestellt, einhalten, also an einer Stelle noch eine thatsächliche Invagination zeigen. An dieser Stelle kann der Keim nicht weiter um den Dotter herumwachsen, es bildet sich daher der betreffende Streifen durch das Verschmelzen der seitlich von dieser Stelle befindlichen Keimränder. Den Primitivstreifen dagegen besitzen die Ichthyopsiden, wie oben auseinandergesetzt wurde, ausserdem.

Diese Narbe nun, die sich nach der Umwachsung der Eier durch die Keimhaut am Dotterpole bildet, sei sie nun sternförmig wie bei den Vögeln und Reptilien oder noch ausserdem mit einem Stiele versehen (morgensternförmig) wie bei den Fischen, gehört nicht mehr zur Gastrulabildung, sondern ist als eine weitere Entwicklung der schon vollständig ausgebildeten Gastrula anzusehen. Diese Bildung entsteht dadurch, dass der Gastrulamund sich schliesst, nachdem er über seine Nahrung herübergewachsen ist. Der Embryo hat inzwischen längst die Phase der Gastrula durchlaufen und ist in dieser Zeit der weitergewachsene Urmundrand zu einer ganz untergeordneten und vorübergehenden Bildung, nämlich zu einem Darmdivertikel herabgesunken.

Es mag hier der Platz sein, auch des oben erwähnten Unterschiedes zu gedenken, der in der Bildung des Hirn- und Rückenmark-Canals der Knochenfische, Lepidosteus und Petromyzon einerseits und der übrigen Wirbelthiere andererseits besteht; derselbe ist nicht so gross als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Es wird nämlich auch bei den Wirbelthieren, bei denen das Hirn und Rückenmark durch Verschmelzung zweier Wülste nach vorangegangener Rinnenbildung entsteht, der hintere Theil des Rückenmarks, der Schwanztheil desselben derart gebildet, dass sich Zellenmaterial in der Verlängerung des Rückenmarks anhäuft, letzteres auf diese Weise als solider Zapfen weiter wächst, in welchem dann sekundär durch Spaltung von der ursprünglichen Hirn-Rückenmarkhöhle aus und als Fortsetzung derselben der Rückenmarkcanal gebildet wird. In sehr grober Weise sieht man diesen Vorgang bei den Amphibien, doch findet derselbe bei sämmtlichen Wirbelthieren statt. Ich bin der Ansicht, dass diese Erscheinung, nämlich die strichförmige Anhäufung von Zellenmaterial

nach hinten in der Verlängerung des Rückenmarks und ebenso des ursprünglichen Primitivstreifens, insofern diese Anhäufung schon in den jüngsten Stadien der Entwicklung beginnt und ungefähr so lange währt, bis das Längenwachsthum des Embryo beendet ist, nichts Anderes ist, als eine Wachsthumserscheinung des Primitivstreifens nach hinten, als erste Anlage des Rückenmarks. Ich habe die Ueberzeugung, dass die Autoren, die der Vorstellung Raum geben, als würde der Primitivstreifen nach hinten verschoben, diese Neubildung des Primitivstreifens vielleicht bei ihren Betrachtungen zu wenig in Rechnung gezogen haben. Abgesehen davon, dass mir eine derartige Verschiebung eines strichförmigen Theiles im Keimblatte physikalisch unmöglich erscheint, wie ich dies schon früher[1]) betont habe, möchte ich darauf hinweisen, dass man beim Hühnchen mit ziemlicher Genauigkeit die Lage eines Punktes der Keimscheibe bestimmen und so das Wachsthum eines bestimmten Theiles derselben beobachten kann, indem man ihn nämlich mit dem Rande der area opaca in Vergleich zieht. An diesem Rande, der doch zum grössten Theil von einer todten Masse, nämlich den Nahrungsdotterkügelchen gebildet wird, sieht man abgesehen von einem gleichmässigen Schwinden dieser Kügelchen in seiner ganzen Peripherie ein besonderes Schwinden des Nahrungsdotters in der Richtung des Primitivstreifens, so dass aus der ursprünglichen Kreisform eine birnenähnliche Form der Peripherie der area opaca resp. der area pellucida wird. Ein Beweis einer besonderen Wachsthumsenergie der hinteren Zellen des Embryo.

Der van Baer'sche Schild mitsammt dem Primitivstreifen beim Reptil, Vogel und Säugethier entspricht nach meiner Auffassung einer ebenso geformten Bildung bei den Amphibien, nämlich der ersten Anlage des Cerebrospinalsystems, die ebenfalls sich der Birnenform nähert. Am verschmälerten Ende dieser Birne geht der Rückenmarkscanal in das Archenteron über und bildet so den neurenterischen Canal. Denken wir uns nun am Ende des Primitivstreifens der Vögel und Reptilien zu einer bestimmten Zeit eine Höhle[2]) als Analogon des neurenterischen Canals der Amphi-

---

1) Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. XXI. Ueber die Keimblätter des Huhnes v. Verf.

2) Dass der von Koller beschriebene Sichelknopf etc. vielleicht der Ausdruck dieser beginnenden Canalbildung ist, scheint mir nicht unwahrscheinlich.

bien entstehen, die bis in das Archenteron hineinreicht, so ist es klar, dass bei dem stetigen Wachsthum, der stetigen Neubildung von Zellenmaterial am hinteren Ende des Primitivstreifens, alsbald diese Höhle nicht mehr am Ende des Primitivstreifens sich befindet, sondern scheinbar mehr nach vorn rückt. Dazu kommt noch, dass bei den Vögeln und Reptilien, bei denen der Rand der Gastrula, da an keinem Punkte derselben eine thatsächliche Einstülpung stattgefunden hat, gleichmässig über den Dotter fortwächst, der Primitivstreifen die Möglichkeit hat in der Keimhaut selbst weiter zu wachsen. Da nun ausserdem bei den Vögeln und Reptilien die Gastrula ausserordentlich flach ist, so werden die Niveauunterschiede zwischen dem Primitivstreifen einerseits und dem neurenterischen Canal andererseits sehr gering, so dass es scheint, als wüchse der Primitivstreifen nicht wie bei den Fischen und Amphibien über, sondern hinter dem neurenterischen Canal weiter. Dieses Bild ändert sich erst dann, wenn der Embryo sich über der übrigen Keimhaut erhebt, sich, wie man gewöhnlich sagt, von ihr abschnürt. Vielleicht lassen sich durch die Berücksichtigung des soeben beschriebenen Wachsthumsvorganges des Primitivstreifens die Widersprüche der Autoren in Bezug auf die Lage einer Communication der Rückenmarkhöhle mit dem Urdarm bei den Vogelembryonen erklären, insofern nämlich einige Autoren dieselbe vor, andere hinter, endlich andere in die Mitte des Primitivstreifens versetzen. Diese Widersprüche ergeben sich aus dem verschiedenen Alter der untersuchten Embryonen, insofern sich nur zu einer ganz bestimmten Zeit der neurenterische Canal am hinteren Ende des Primitivstreifens befindet. Nach dieser Zeit wächst der letztere unter fortwährender Umbildung seines vorderen Theiles zum Rückenmark über dem neurenterischen Canal nach hinten weiter.

Fassen wir das Wesentliche aus dem beschriebenen Gastrulationsprozess zusammen, so liegt dies in Folgendem: Durch die Gastrulation entwickeln sich aus dem gefurchten Theile zwei zusammenhängende Schichten, von denen die eine in die andere eingestülpt resp. von der anderen umschlossen wird. Am Umschlagsrande dieser Schichten, der die nach Aussen führende Oeffnung, den Blastoporus umschliesst, geht die äussere Schicht, die wir mit dem Namen äusseres Keimblatt bezeichnen, in die innere, die inneres Keimblatt genannt wird, über. Von den beiden Keimblättern

ist das äussere im Wesentlichen das primitive äussere Integument und stellt die schützende empfindende und bewegende Schicht dar, das innere ist im Wesentlichen die primitive innere Auskleidung und stellt die resorbirende und verdauende Schicht vor.

Zwischen diesen beiden Keimblättern treten von den höher entwickelten Coelenteraten an noch Zellen auf, die schlechthin mittleres Keimblatt benannt werden, mögen sie nun eine blattähnliche Anordnung zeigen oder nicht, und zwar sind diese Zellen ontogenetisch entweder vor der Differenzirung des inneren Keimblattes oder gleichzeitig mit derselben gebildet, niemals jedoch entstehen dieselben nach der Ausbildung des inneren Keimblattes. Diese Zellen sind bei den meisten Metazoen nach der Gastrulabildung an der Lippe des Blastoporus gelagert; bei den Wirbelthieren liegen dieselben hauptsächlich an der Seite des Blastoporus, die der späteren Rückenendseite des Embryo entspricht. Man hat nun diese Zellen als sog. mittleres Keimblatt von einem der beiden anderen Keimblätter herleiten zu müssen geglaubt, und zwar hat der grösste Theil der Forscher nach dem Vorbilde Remak's angenommen, dasselbe wäre aus dem inneren Keimblatte hervorgegangen. Diese Annahme beruhte jedoch nicht auf exacten Untersuchungen, sondern war die Frucht einer Spekulation. Es geht nämlich der diploblastische Zustand in der Phylogenie dem triploblastischen voraus. Man hat nun scheinbar berechtigt gefolgert, dass der triploblastische Zustand aus dem diploblastischen entstanden sei, folglich das neu hinzugekommene dritte Keimblatt aus einem der beiden oder den beiden primären Keimblättern hervorgegangen sein muss. Bei dieser Schlussfolge hat man übersehen, dass die Keimblätter nicht das primäre sind, sondern der Keim, oder sagen wir kurzweg das Ei, das durch den Furchungsprozess das Material zu den beiden Keimblättern gegeben hat. Sehen wir daher gleichzeitig mit der Bildung der beiden Keimblätter noch einen dritten Zellencomplex sich differenziren, so ist doch wohl der nächstliegendste Gedanke der, diese Zellen direct von den Furchungszellen des Keims abzuleiten und dies um so mehr, als wir diese Zellen häufig schon im Stadium der Blastosphäre vollständig unabhängig von den später in die beiden Keimblätter aufgehenden Zellen finden.

In gleicher Weise sehen wir ja auch da, wo das innere Keimblatt uns phylogenetisch zuerst als selbständige Bildung vor

die Augen tritt, dasselbe sich direct vom gefurchten Keime aus bilden, nicht aber vom äusseren Keimblatte. Wenigstens sehen wir bei Dicyema, das gleichsam das Zwischenglied zwischen den Protozoen und Metazoen bildet, und bei welchem die dem inneren Keimblatte entsprechende Bildung im ausgewachsenen Zustand des Thieres aus einer einzigen Zelle besteht, dieses innere Keimblatt nicht aus dem äusseren Keimblatte hervorgehen, sondern aus einer Zelle des Keimes, die vorher nicht dem Verbande des äusseren Keimblattes angehört hat. Ich lasse hier die Beschreibung dieses Bildungsprocesses, wie sie Balfour[1]) nach den Untersuchungen von van Beneden giebt, folgen:

„Ist der Keim vollständig ausgebildet, so erleidet er eine ganz ähnliche Furchung wie ein gewöhnliches Ei. Er zerfällt erst in zwei und dann in vier annähernd gleiche Segmente. Von den vier Segmenten bleibt jedoch eines während der ganzen übrigen Entwicklung durchaus passiv. Die anderen drei theilen sich und ordnen sich derartig, dass sie die passive Zelle nach Art eines Bechers theilweise einschliessen. Die aus ihrer Theilung entstandenen sechs Zellen theilen sich dann abermals, so dass zwölf Zellen vorliegen, welche die passive Zelle fast ganz umschliessen, indem nur an einem Punkt eine kleine Oeffnung bleibt. Der ganze Vorgang, durch welchen die centrale Zelle eingeschlossen wird, ist, wie E. van Beneden zeigt, identisch mit der Bildung einer Gastrula durch Epibolie und die Stelle, wo die centrale Zelle unbedeckt bleibt, entspricht dem Blastoporus. Letztere geht später in die Hypoblastzelle, die peripherischen Zellen in das Epiblast des ausgewachsenen Thieres über.“

So wenig wie hier das innere Keimblatt aus dem äusseren entstanden ist, so wenig entsteht der Mittelkeim[2]), wie ich diesen Zellencomplex genannt habe, aus dem inneren Keimblatt und alle die Forscher, die denselben vom primären inneren Keimblatte ableiten, beweisen eigentlich nur diese Thatsache, denn in dem Augenblicke, wo aus dem primären inneren Keimblatte sich das sekundäre innere Keimblatt abspaltet, ist auch durch diesen

1) Handbuch der vergleichenden Embryologie von Fr. M. Balfour M. A. F. R. S. übersetzt von Dr. B. Vetter. Bd. I. 1. Theil. S. 128.

2) o. c. v. V.

Theilungsprozess der Mittelkeim[1]) als Rest des primären inneren Keimblattes gebildet; wir können aber nur das sekundäre innere Keimblatt mit dem inneren Keimblatte der diploblastischen Metazoen in Vergleich ziehen, denn das primäre innere Keimblatt ist doch, wie unmöglich bestritten werden kann, vorläufig nichts anderes als der Keim nach Abzug des äusseren Keimblattes, der weder eine membranöse Form hat, noch auch überhaupt, wie schon mehrfach erwähnt, ganz in die membranöse Form des wirklichen inneren Keimblattes aufgeht.

Vor Allem aber ist auch, so lange noch das sog. primäre innere Keimblatt besteht, die Gastrulaform nicht ausgebildet, insofern die innere membranöse Auskleidung derselben fehlt, deren Bildung auch zugleich, wie ich oben gezeigt habe, das sog. sekundäre innere Keimblatt entstehen lässt.

Wie erwähnt ist der Mittelkeim ein Theil der Furchungszellen, doch geht derselbe, so lange er intact bleibt, d. h. so lange nicht Elemente von einem der beiden Keimblätter in denselben hineingelangt sind, nie eine Lage- oder Formveränderung ein, deren Ergebniss eine membranartige Anordnung seiner Elemente wäre. Ferner betheiligt sich der Mittelkeim nicht an der Gastrulabildung, ist kein integrirender Theil der Gastrula, sondern wird nur als ein Ueberschuss der Furchungselemente, der nicht zur Bildung der beiden Keimblätter verbraucht ist, zwischen den beiden Blättern der Gastrula beherbergt. Er kann ebenso wie der Nahrungsdotter durch seine Zellenmasse die äussere Form der Gastrula etwas beeinflussen, doch geht er nicht in einen Bestandtheil der Gastrula über. Aus diesem Grunde habe ich vorgeschlagen, den Namen „mittleres Keimblatt“ fallen zu lassen und diesen Zellencomplex Mittelkeim zu nennen. Diese Zurückweisung eines dritten Keimblattes ist nicht unwesentlich, denn nur so wird eine Homologie der Keimblätter bei den gesammten Metazoen ermöglicht.

Man kann sich den Fortschritt in der Differenzirung des Keimes, das Auftreten einer Keimschicht zwischen den beiden Keimblättern, so vorstellen, dass eine Substanz, die in der niederen

1) Er entsteht demnach nicht später als das untere Keimblatt, sondern gleichzeitig mit demselben, ja bei einigen Metazoen ist derselbe schon im Blastosphärenstadium vor der Invagination, d. h. also vor dem Process der Keimblattbildung als solcher zu erkennen.

Reihe der Metazoen in allen Zellen des Keimes vorhanden war, bei den höher entwickelten Metazoen in einem bestimmten Theile desselben ausschliesslich deponirt wird. Dieser Theil geht dann nicht mehr mit den anderen Zellen die Umlagerung in die beiden Keimblätter ein.

Man hat nun nicht allein den Mittelkeim mittleres Keimblatt genannt, sondern hat diese Benennung zugleich auf diesen Zellcomplex übertragen, nachdem Elemente von einem der beiden Keimblätter in denselben hineingelangt waren, er also aufgehört hat ein einheitliches Gebilde zu sein. Es ist aber selbstverständlich eine wissenschaftliche Vergleichung der Keimblätter der verschiedenen Metazoen nur dann möglich, wenn man dieselben sich gegenüber stellt, so lange sie noch einerseits einheitliche, andererseits auch vollständige Gebilde repräsentiren. Denn nachdem eine theilweise Verschmelzung zweier elementarer Keimschichten und in dieser ein Austausch der Elemente stattgefunden hat, wie z. B. im Primitivstreifen der Wirbelthiere zwischen dem äusseren Keimblatte und dem Mittelkeim ein solcher stattfindet, hat die eine Keimschicht soviel an Fähigkeit, Gewebe zu bilden, verloren, als sie Elemente abgegeben hat, während die andere Keimschicht durch die Aufnahme dieser Elemente ebensoviel an Fähigkeit, Gewebe zu produciren, gewonnen hat und zwar können dies Gewebe sein, die ursprünglich dieser Keimschicht fremd waren. Ich werde dies an einem concreten Beispiele erläutern.

Bei den Wirbelthieren treten im Primitivstreifen Elemente des äusseren Keimblattes in den Mittelkeim über; nehmen wir nun an, dies wären erstens die sämmtlichen Muskel bildenden Elemente und zweitens ein Theil der Nerven bildenden Elemente, so wäre die Folge davon, wie es in der That der Fall ist, die, dass das äussere Keimblatt der ihm ursprünglich d. h. bei den niederen Metazoen eigenen Fähigkeit muskulöse Elemente zu bilden verlustig gegangen ist, während aus der Schicht des Mittelkeimes nun sowohl Muskeln als auch Nerven entstehen; Nerven also vom äusseren Keimblatte und scheinbar auch vom Mittelkeim gebildet werden, Gewebe, die bei den diploblastischen Metazoen aus dem äusseren Keimblatte hervorgehen. In der That aber entstehen auch bei den triploblastischen Metazoen die Muskeln und Nerven nur aus den in den Mittelkeimen eingewanderten Elementen des äusseren Keimblattes, nicht aber aus dem Mittelkeime.

Diese scheinbare Inconsequenz in der Entstehung der Gewebe aus den embryonalen Keimschichten hat Balfour[1]) durch die Annahme zu erklären versucht, dass durch das Auftreten des sog. mittleren Keimblattes die beiden primären Keimblätter die ihnen ursprünglich zukommende Fähigkeit gewisse Gewebe zu bilden entweder gänzlich oder theilweise verloren hätten. Andere Forscher, wie Götte, Hiz, Waldeyer, O. und R. Hertwig haben überhaupt darauf Verzicht geleistet, die elementaren Keimschichten als die Bildungsstätte bestimmter Gewebe ansehen zu dürfen, und sind zu dem Schlusse gedrängt worden, dass aus jeder Keimschicht, respective jedem Keimblatte fast jedes Gewebe entstehen kann. Man übersah jedoch, dass man das äussere Keimblatt, nachdem es einen Theil seiner Elemente abgegeben hatte, und den Mittelkeim, nachdem derselbe in sich Elemente des äusseren Keimblattes aufgenommen hatte, als intacte Keimblätter ansah und mit solchen in Parallele stellte.

Ich habe oben die Wirbelthiere als ein Beispiel dafür angeführt, dass bei ihnen Elemente des äusseren Keimblattes in den Mittelkeim hineinwandern; diese Einwanderung von Keimblattelementen in den Raum zwischen die beiden Keimblätter, sei nun ein Mittelkeim vorhanden oder nicht, findet jedoch bei allen Metazoen statt, ausgenommen scheinen nur die Hydromedusen, Chaetognathen und vielleicht einige Poriferen. Es scheint mir die Einwanderung von Keimblattelementen in den Raum zwischen die beiden Keimblätter schon in einem niederen Zustande in der Entwicklung der Metazoen aufzutreten als der Mittelkeim, d. h. als Zellen, die nicht von den Keimblättern entstanden, sondern als ein Rest der Furchungselemente übrig geblieben sind; doch lässt sich sehr schwer darüber urtheilen, welche Bildung von diesen beiden in der Phylogenie die frühere ist, da dieselben ziemlich gleichzeitig auftreten und ferner die Autoren in den Resultaten der ontogenetischen Untersuchungen über diesen Punkt auseinanderweichen oder gar kein Gewicht darauf legen, woher die Elemente zwischen den beiden Keimblättern gekommen sind, sondern dieselben ohne Rücksicht auf ihre Entstehung mittleres Keimblatt nennen. Doch bin ich überzeugt, dass allein in der genauen Unterscheidung zwischen den beiden genannten Bildungen in der Axen-

1) o. c. Bd. II. H. 1. p. 311.

platte[1]), wie ich den Mittelkeim bezeichnet habe, nachdem in denselben Elemente vom äusseren Keimblatte (im Primitivstreifen) eingewandert sind, die Möglichkeit gegeben ist, eine Homologie der Keimblätter der Metazoen sowohl in Rücksicht auf ihre Entstehung als auch auf ihre Bedeutung für die Production bestimmter Gewebe zu finden. Bisher ist es aus Gründen, die ich auseindergesetzt habe, den Forschern nicht gelungen, eine Homologie der Keimblätter zu finden, und doch giebt es gewiss sehr wenig Forscher, die glauben, dass eine solche nicht existire, dass eine Form wie die Gastrula, die wir bei den gesammten Metazoen finden, für die Entstehung der Gewebe ohne Bedeutung wäre.

Zum Schluss tritt die Beantwortung der Frage an uns heran, welche Bedeutung der Mittelkeim für die Entstehung der Gewebe hat. Die einfachste Lösung dieser Frage würde man finden, wenn es gelänge, die Entwicklung der Elemente desselben bis zu einer gewissen Ausbildung zu verfolgen; leider ist das bis jetzt nicht möglich, da wir vor der Hand kein Mittel besitzen, mit dessen Hülfe wir die Elemente des Mittelkeims von den in ihn hineingewanderten Keimblattelementen im Laufe der Entwicklung unterscheiden können. Dagegen wissen wir, dass bei einigen Metazoen Zellen des äusseren Keimblattes theilweise sich zu Muskeln umbilden, dass andererseits Muskeln und Nerven aus einer Zelle des äusseren Keimblattes entstehen, dass dagegen die Bindesubstanz als organisirtes Gebilde erst bei den Metazoen auftritt, bei denen ein Mittelkeim vorhanden ist. Es besitzen allerdings Metazoen ohne Mittelkeim eine Stützsubstanz, dieselbe enthält jedoch keine organisirten Gebilde, sie ist nur ein Secret der Keimblattzellen. Es liegt daher sehr nahe anzunehmen, dass der Mittelkeim die Bildungsstätte der organisirten Binde- oder Stützsubstanz ist, dass gleichsam die Substanz, die vorher in den Keimblattzellen aufgespeichert war, nun in einem bestimmten organisirten Theile des Keimes, in dem Mittelkeim, deponirt ist.

Das ist der Fortschritt in der Entwicklung, dass nach Auftreten des Mittelkeimes die Keimblattzellen, nun befreit von aller trägen Masse, frei von der Stützsubstanz, sich ausschliesslich ihrem Berufe hingeben können. Ebenso ist es, um ein ähnliches Beispiel anzuführen, der höchste Grad der Entwicklung des Eies, wenn das-

1) Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXI. o. c.

selbe, nachdem es einmal den primitiven Zustand der Bedürfnisslosigkeit verlassen, unbekümmert um seine Nahrung seinen Entwicklungslauf vollenden kann, wie dies in ausgesprochenster Weise beim Säugethiereie der Fall ist. Der Fortschritt in der Entwicklung liegt in dem grossen Princip der Arbeitstheilung.

Vor nicht langer Zeit ist von O. und R. Hertwig[1]) eine eigenartige Theorie über die Entstehung und Deutung der Keimblätter aufgestellt worden. Dieselben suchen von den Chaetognathen und Brachiopoden ausgehend nachzuweisen, dass bei der einen Abtheilung der Metazoen, zu der sie auch die Wirbelthiere zählen, durch Faltung des Entoblasten zwei neue Keimblätter entstehen, nämlich das parietale und viscerale Mesoblast; dieselben sollen, wie das äussere und innere Keimblatt gleichfalls Schichten epithelial angeordneter Zellen sein, „welche[2]) die Flächenbegrenzung des Körpers nach dem neu entstandenen Coelom zu besorgen; sie sind gleichfalls wie die beiden primären Keimblätter durch einen Einfaltungsprozess in das Leben gerufen worden; sie sind auf eine gemeinsame Stammform zu beziehen, deren Urdarm sich durch zwei Falten in drei Räume getheilt hat. Ihre Bildung tritt immer erst nach der Gastrulation ein und deutet einen weiteren Schritt in der Organisation an. Wie die zweiblättrige Gastrula aus der einblättrigen Blastula, so ist aus der zweiblättrigen Gastrula die vierblättrige Coelomform abzuleiten." Diese Abtheilung der Metazoen nennen sie Enterocoelier, welchen die übrigen Metazoen, denen diese beiden neugebildeten Blätter fehlen sollen, als Pseudocoelier gegenübergestellt werden. Das, was ich Mittelkeim genannt habe, wird mit den sich aus dem Verbande der Keimblätter in der weiteren Entwicklung lösenden Zellen zusammengeworfen und als Mesenchym bezeichnet.

Ich kann mich diesem Gedankengange nicht anschliessen, da ich aus logischen Gründen, die ich ausführlich auseinandergesetzt habe, einerseits zwei so heterogene Elemente, wie einestheils der Mittelkeim und anderentheils Elemente, die sich erst in der weiteren Entwicklung von den Keimblättern losgelöst haben, nicht in eine Gruppe zusammenwerfen kann, andererseits auch eine Differenzirung eines Theils des Hypoblasts dem Ganzen nicht als eine

1) Die Coelomtheorie von Dr. O. u. R. Hertwig. Jena 1881.
2) o. c. p. 119.

homologe Bildung an die Seite stellen kann, sondern stets nur als einen Theil desselben betrachten darf, welche Veränderungen derselbe auch später eingehen mag. Nach Hertwig's Gedankengange müssten wir ebenso die Faltung des äusseren Keimblattes in der Primitivrinne der Wirbelthiere als ein paariges neues Keimblatt hinstellen dürfen; ferner könnte man mit demselben Rechte das Amnios auch als zwei neue Keimblätter betrachten, die als eine Faltenbildung aus dem äusseren Keimblatte entstanden sind. Verfolgen wir die Differenzirungen der Keimblätter und des Mittelkeimes weiter, so kommen wir, zumal wir auf die blattförmige Anlage kein besonderes Gewicht legen, annähernd zu den Primitivorganen Reichert's, doch niemals zu neuen Keimblättern.

Von diesen aprioristischen Gründen abgesehen, kann ich die Wirbelthiere (die Vögel, Reptilien und Amphibien nach eigener Untersuchung), wenn ich die von O. und R. Hertwig angenommene Bezeichnung des Coeloms nach seiner Entstehung auf dieselben übertrage, nur für Schizocoelier halten, da sich bei ihnen das Coelom durch einen sekundär auftretenden Spalt in der Axenplatte (dem mittleren Keimblatte der Autoren) bildet, wie es bisher auch wohl sämmtliche Autoren angenommen haben. Speciell kann ich mich mit der Hertwig'schen Auffassung der Entwicklung des Amphibieneies nicht einverstanden erklären, denn einerseits finde ich vor der Bildung der Anlage des Centralnervensystems nirgends im Mesoblasten einen Spalt, der denselben in zwei Blätter theilen könnte; andererseits kann ich auch am Blastoporus weder die Verbindung eines parietalen Blattes des Mesoblasten mit dem äusseren Keimblatte, noch die eines visceralen Blattes mit dem inneren Keimblatte finden, sondern sehe hier nur den continuirlichen Uebergang des äusseren in das innere Keimblatt, welche zusammen den Mittelkeim zwischen sich fassen. Das äussere Keimblatt besteht in dieser Periode aus zwei von einander unterschiedenen Lagen von Zellen, erstens nämlich aus einer einschichtigen Lage pigmentirter grosser Zellen, der sogenannten Umhüllungshaut Reichert's, und zweitens aus einer darunter liegenden mehrschichtigen Lage kleinerer, nicht pigmentirter Zellen; unter diesen Zellen durch einen geringen Zwischenraum von ihnen getrennt, liegt der mehrschichtige Mittelkeim, dessen Bildung mit der Differenzirung des ihm von unten anliegenden unteren Keimblattes gleichen Schritt hält, vgl. o. c. d. Verf. Taf. V, Fig. 6.

Mit der Bildung der Rückenfurche verändert sich das Bild beim Froschei gerade so wie beim Hühnerei vollständig und zwar im selbigen Sinne. Der Mittelkeim und das äussere Keimblatt abzüglich der Umhüllungshaut verschwindet von dem Bauchtheile fast vollständig, wie auch schon Götte richtig beobachtet hat, und es sammeln sich die Elemente dieser Gegend um die Rückenfurche herum, wie Fig. 8 zeigt. Es verschmilzt ferner das äussere Keimblatt abzüglich der Umhüllungshaut (der epithelialen Bekleidung des Embryo) mit dem Mittelkeim zur Bildung der Axenplatte, Fig. 8 x. Ob sich die Anlage des Centralnervensystems und der Chorda schon vor dieser Verschmelzung differenzirt, habe ich vor der Hand nicht entscheiden können; nach Analogie mit dem Huhne würden sich diese Anlagen erst aus der Axenplatte[1], wie ich die Combination des Mittelkeims mit den in ihn hineingewucherten Zellen des äusseren Keimblattes genannt habe, bilden. Nach dieser Periode tritt in der peripheren Axenplatte eine Spaltung, die spätere Bauchhöhle, auf, wodurch die Axenplatte sich in das Hautmuskel- und Darmfaserblatt trennt, gerade so wie dieser Entwickelungsvorgang bei den Vögeln und Säugethieren vor sich geht; der centrale Theil der Axenplatte gliedert sich in die Urwirbel.

Ob der durch Faltung des inneren Keimblattes bezüglich der Urdarmwandung entstehende bilaterale Hohlraum um den restirenden Theil des Urdarms der Chaetognathen und Brachiopoden, von denen die Gebrüder Hertwig in ihren Betrachtungen ausgehen, überhaupt mit der Leibeshöhle der Wirbelthiere verglichen werden kann, ist mir an und für sich sehr zweifelhaft. Wäre es so absurd, wenn man diese Ausstülpungen des Urdarms der Brachiopoden und Chatognathen mit den Ausstülpungen respective soliden Auswüchsen des Urdarms der Wirbelthiere, den grossen Darmdrüsen in Parallele stellte? Wahrscheinlicher allerdings scheint mir, dass bei den höheren Metazoen überhaupt kein Analogon dieser paarigen Ausstülpungen des Urdarms der Chaetognathen und Brachiopoden vorhanden ist und dass diese mit dem Genitalapparat in engster Beziehung stehen; bei den Brachiopoden wenigstens scheinen sie nichts weiter als ein Aufbewahrungsort der Eier zu sein, also vielleicht ein paariger Uterus genannt werden zu dürfen.

1) o. c. d. Verf. S. 51.

Erklärung der Figuren auf Tafel XXVII.

Fig. 1 a. Holoblastisches Ei mit symmetrischer Furchung. Fig. 1 b. Blastula desselben. Fig. 1 c. Gastrula desselben.

Fig. 2 a. Meroblastisches telolecithales Ei mit totaler symmetrischer Furchung. Fig. 2. Dasselbe schematisch gezeichnet. Fig. 2 b. Blastula desselben. Fig. 2 c. Gastrula desselben.

Fig. 3 a. Meroblastisches telolecithales Ei mit totaler asymmetrischer Furchung. Fig. 3. Dasselbe Ei schematisch gezeichnet. Fig. 3 b. Blastula desselben. Fig. 3 c. Gatrula desselben.

Fig. 4 a. Meroblastisches centrolecithales Ei mit symmetrischer Furchung. Fig. 4 b. Blastula desselben. Fig. 4 c. Gastrula desselben.

Fig. 5 a. Holoblastisches Ei mit asymmetrischer Furchung. Fig. 5. Dasselbe Ei als ein fast vollständig zurückgebildetes meroblastisches telolecithales Ei mit partieller Furchung gedacht. Fig. 5 b. Gastrula desselben nahezu vollendet.

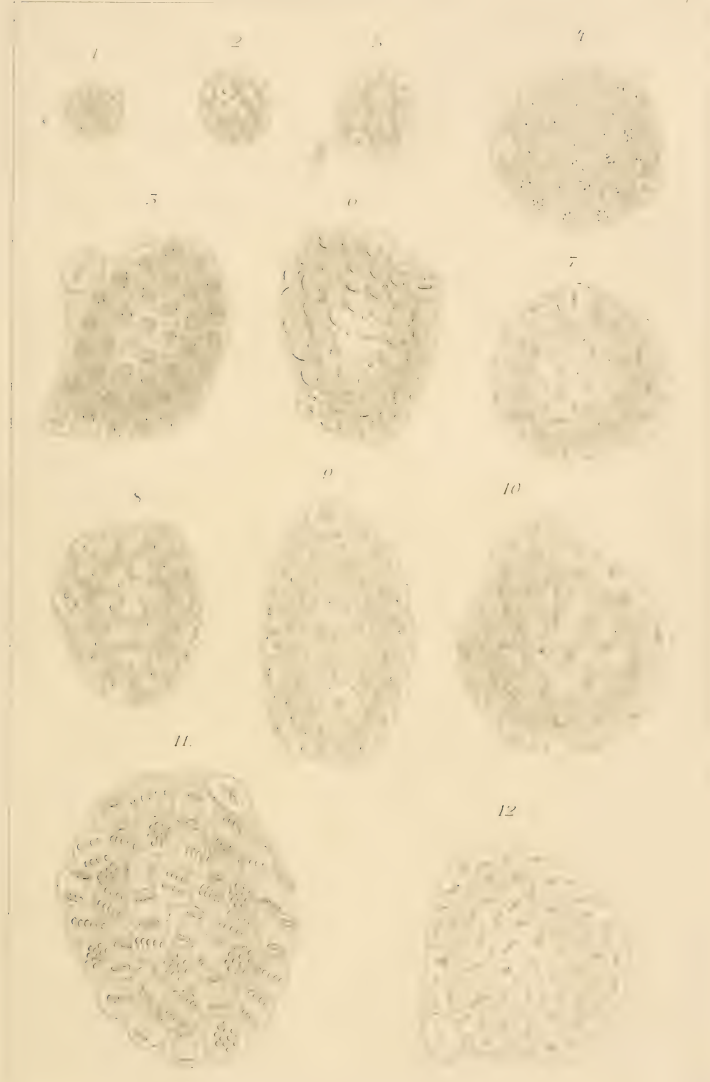
Fig. 6 a. Meroblastisches telolecithales Ei mit partieller asymmetrischer Furchung und Einstülpung des unteren Bildungsdotters während der Furchung. Fig. 6 b. Gastrula desselben nahezu vollendet.

Fig. 7 a. Meroblastisches telolecithales Ei mit partieller asymmetrischer Furchung und Einstülpung des unteren Bildungsdotters vor der Furchung. Fig. 7 b. Gastrula desselben.

Fig. 8. Querschnitt eines Froschembryo im Stadium der Hirn-Rückenmarkbildung.

Der Nahrungsdotter ist dunkel, der Bildungsdotter hell gezeichnet. h. Blastulahöhle (Furchungshöhle). a. Archenteron (Keimhöhle). bl. Blastoporus (prostoma). ae. äusseres Keimblatt. i. inneres Keimblatt. na. Nahrungsdotter. bi. Bildungsdotter. m. Mittelkeim. x. Axenplatte. prs. Primitivstreifen.

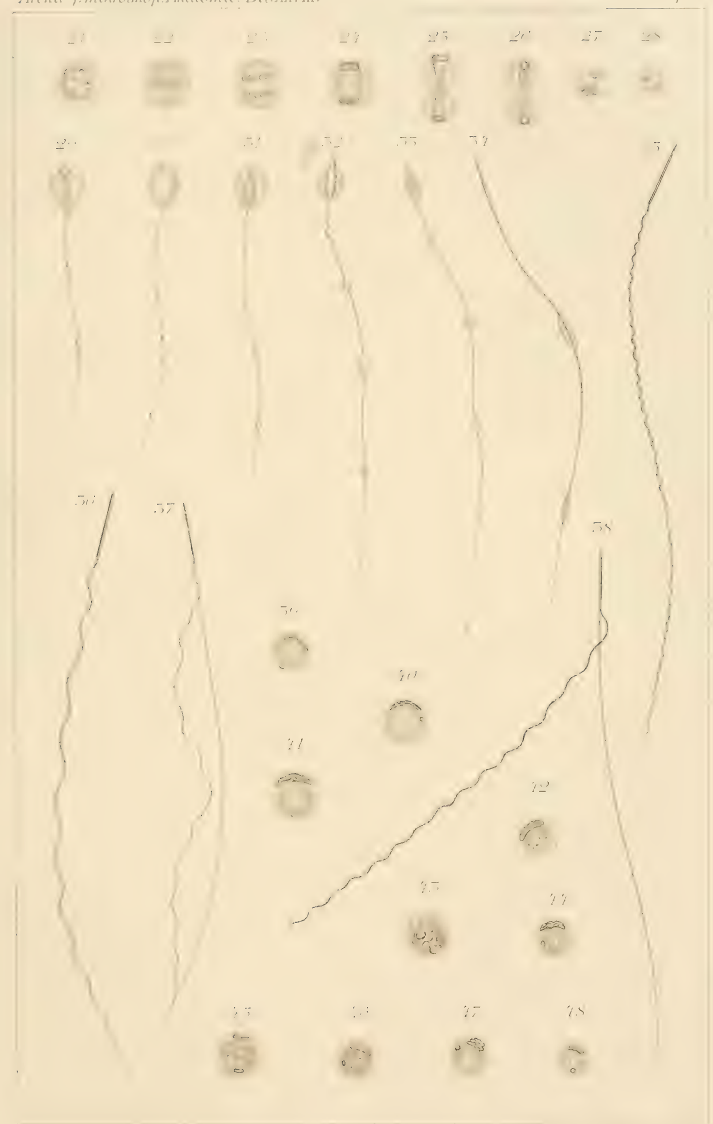
Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.



v. la Valette St. George gez. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



v. la Valette St. George gez. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.





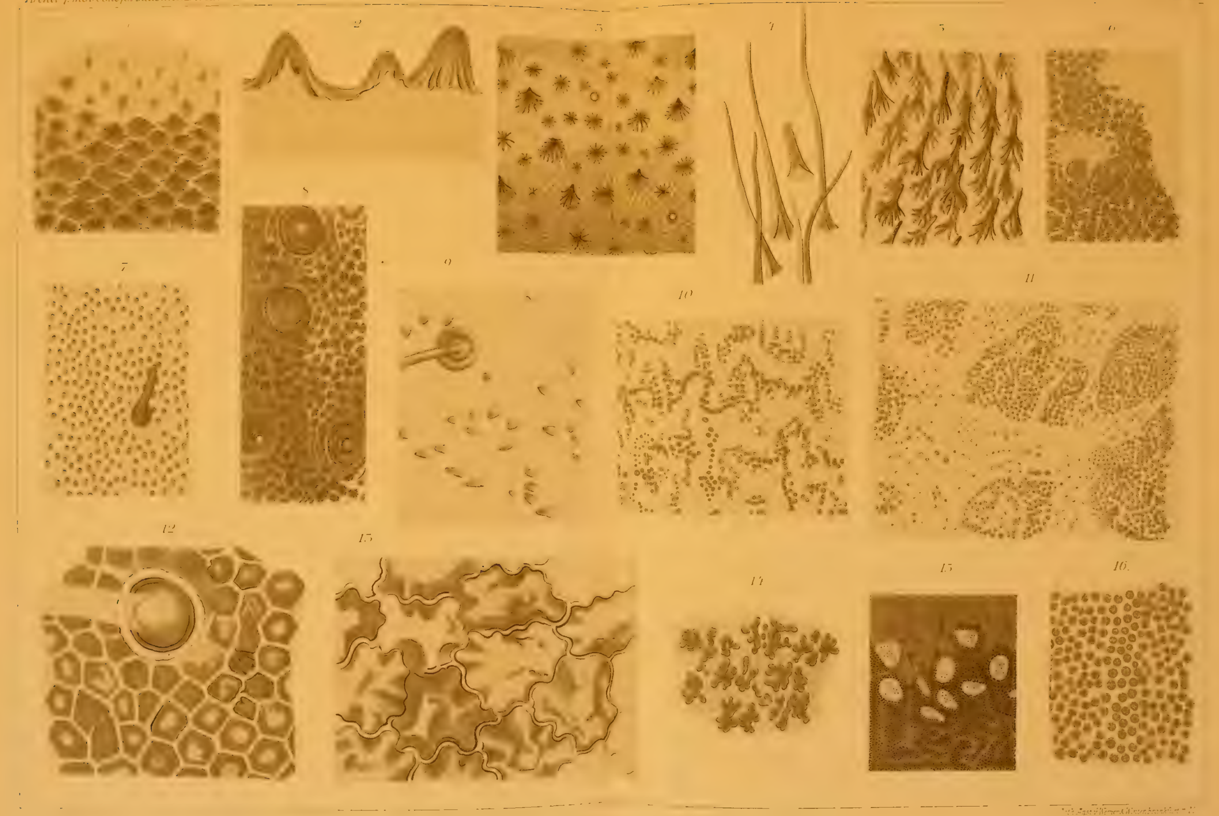
v. la Valette St. George gez.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

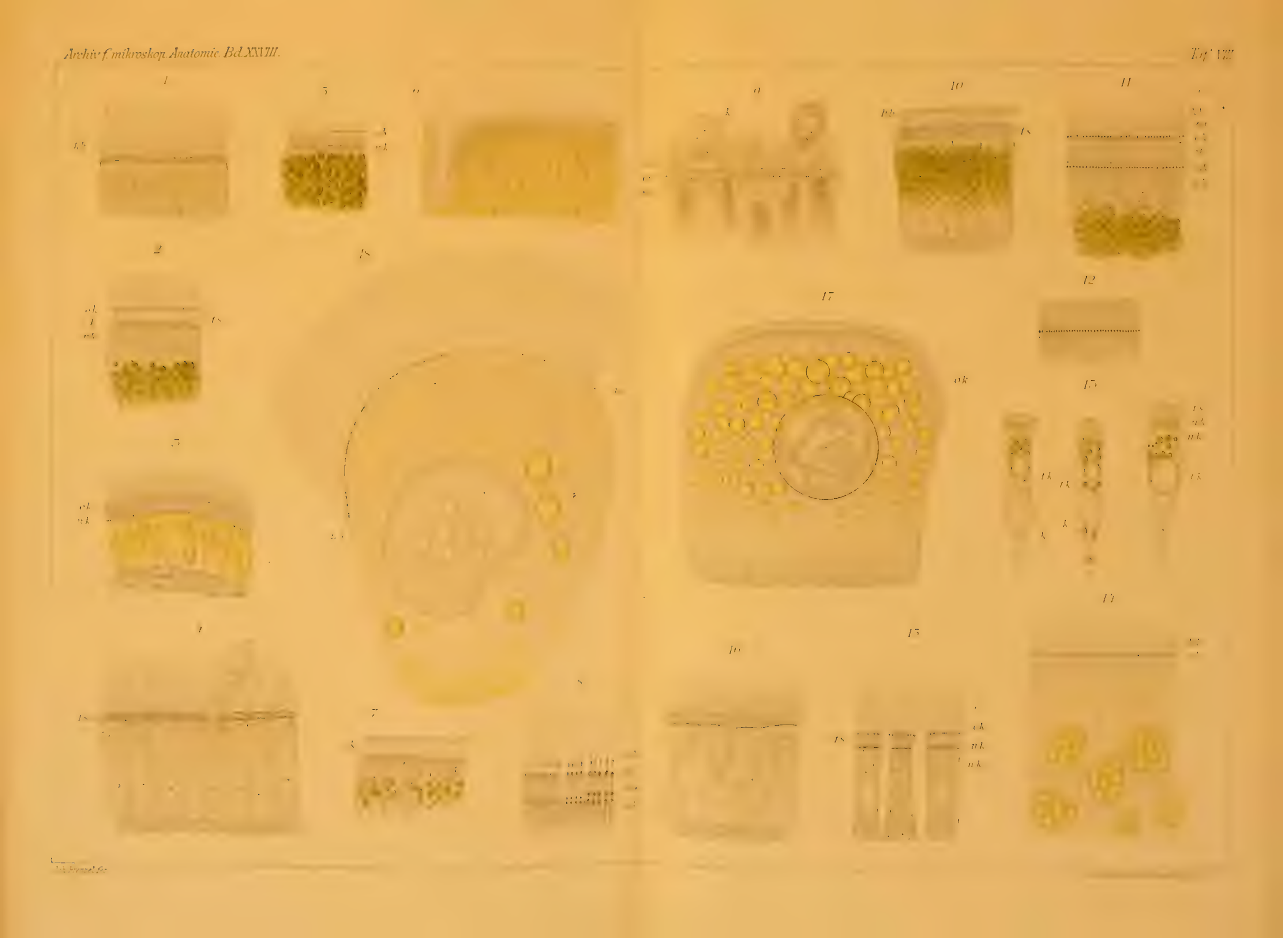

Fig. 1
Fig. 3
Fig. 8
Fig. 5
Fig. 9
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 10
Fig. 11
V.sp.



Lith Anst v. J. G. Bach, Leipzig



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.



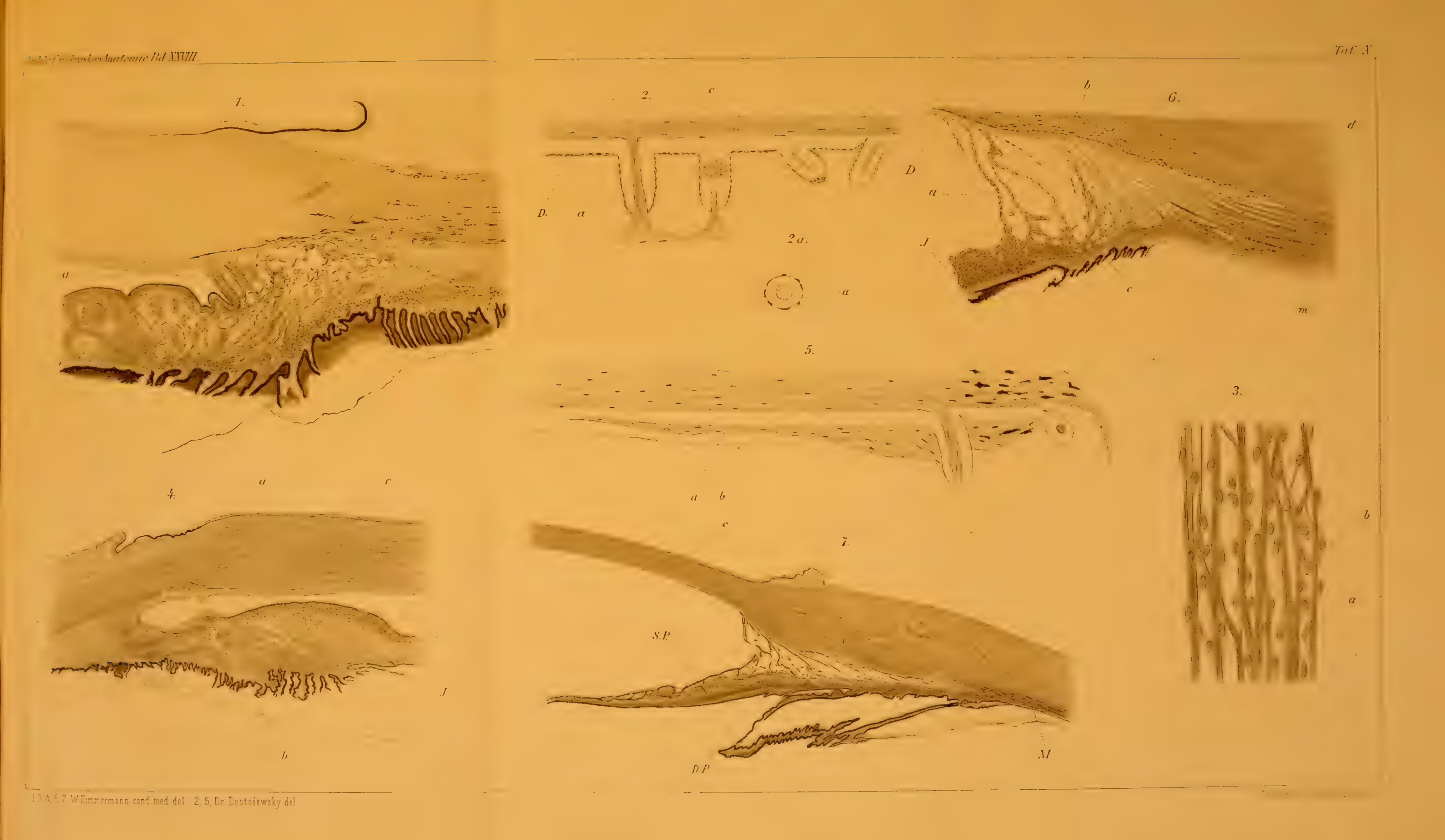
1.



2.

Sec. nat. del. Prof. Schöbl

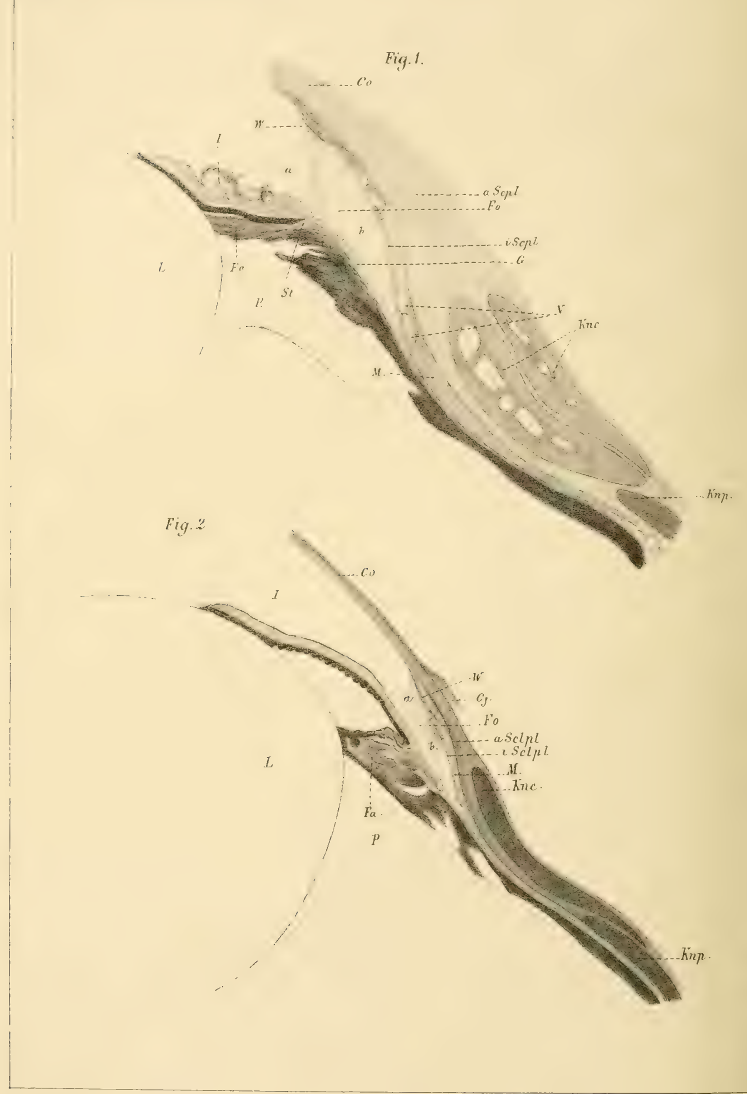
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



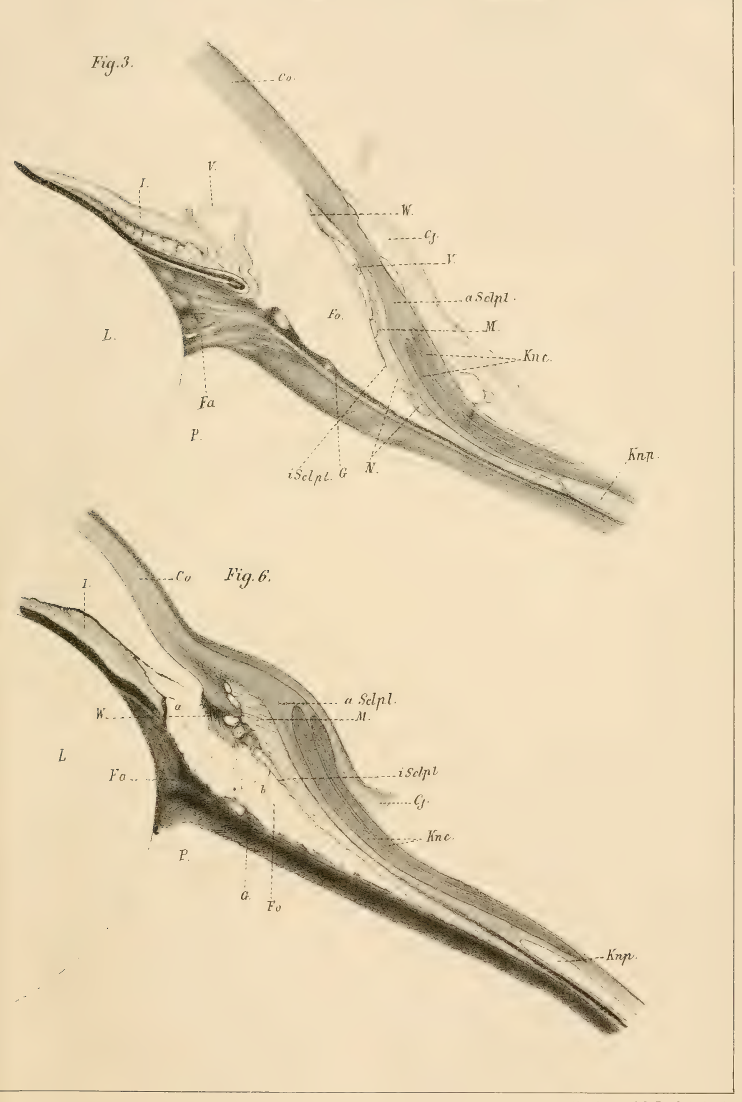
1, 3, 4, 6, 7. W Zimmermann cand med del 2, 5, Dr Dostoiewsky del



8. 9. 10. 12. W. Zimmermann cand. med. del. 11. 13. 14. 15. 16. H. Laatsch del. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



W. Zimmermann, cand. med. del.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



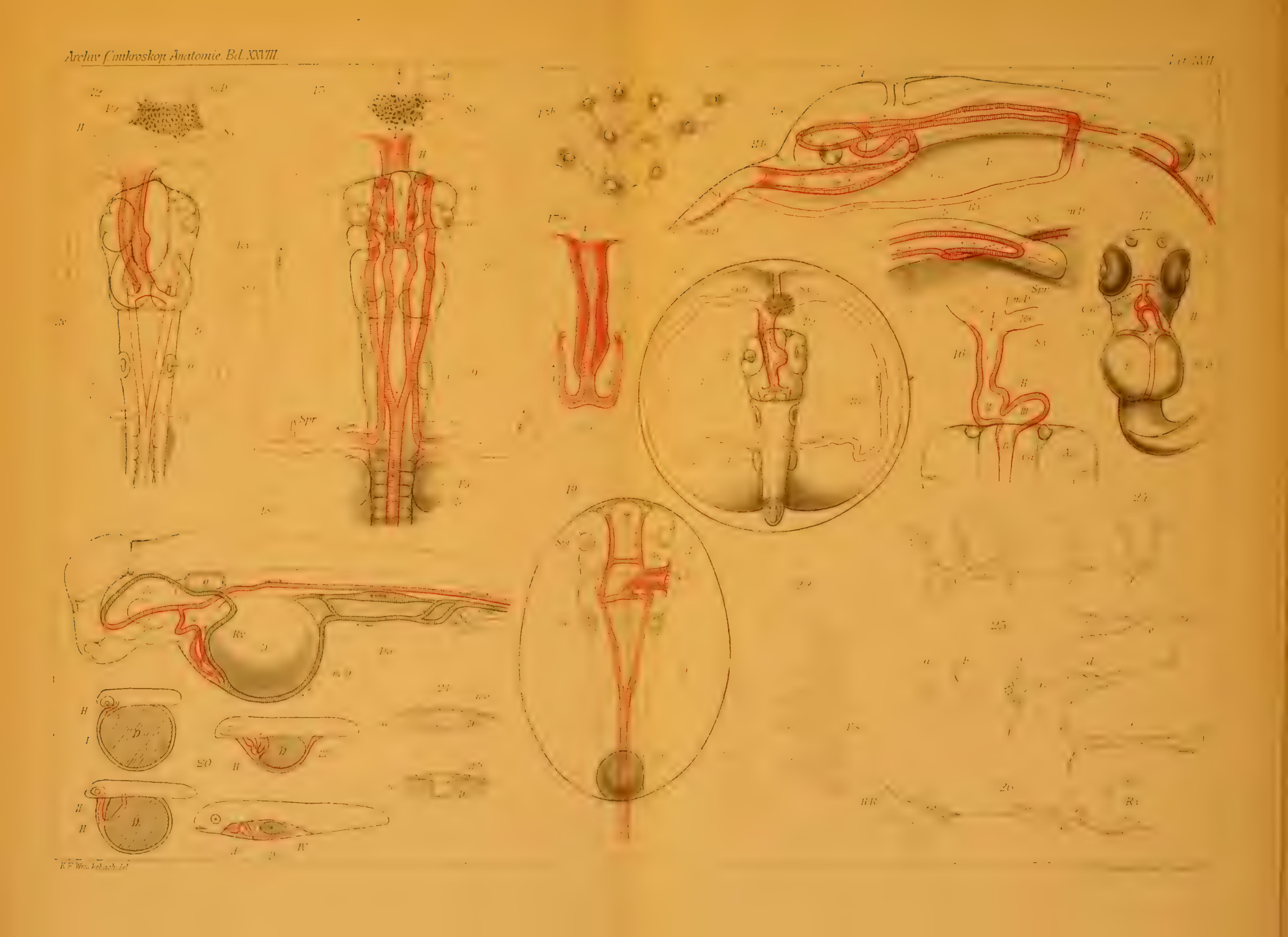
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig



W. Zimmermann cand. med. del. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.







K. F. Wenckebach del.


1
2
10
11
17
22
J. H. List del.

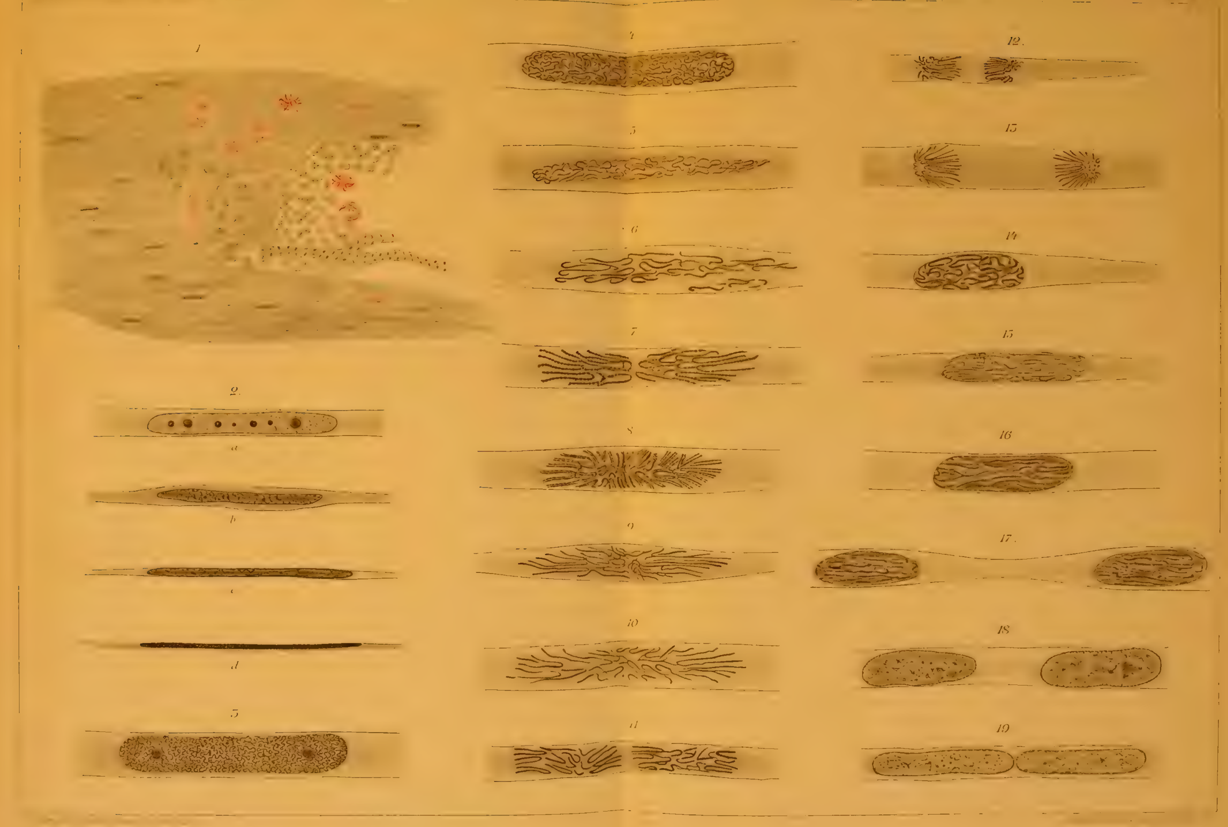

2.
3.
5.
x
C
E
P
M



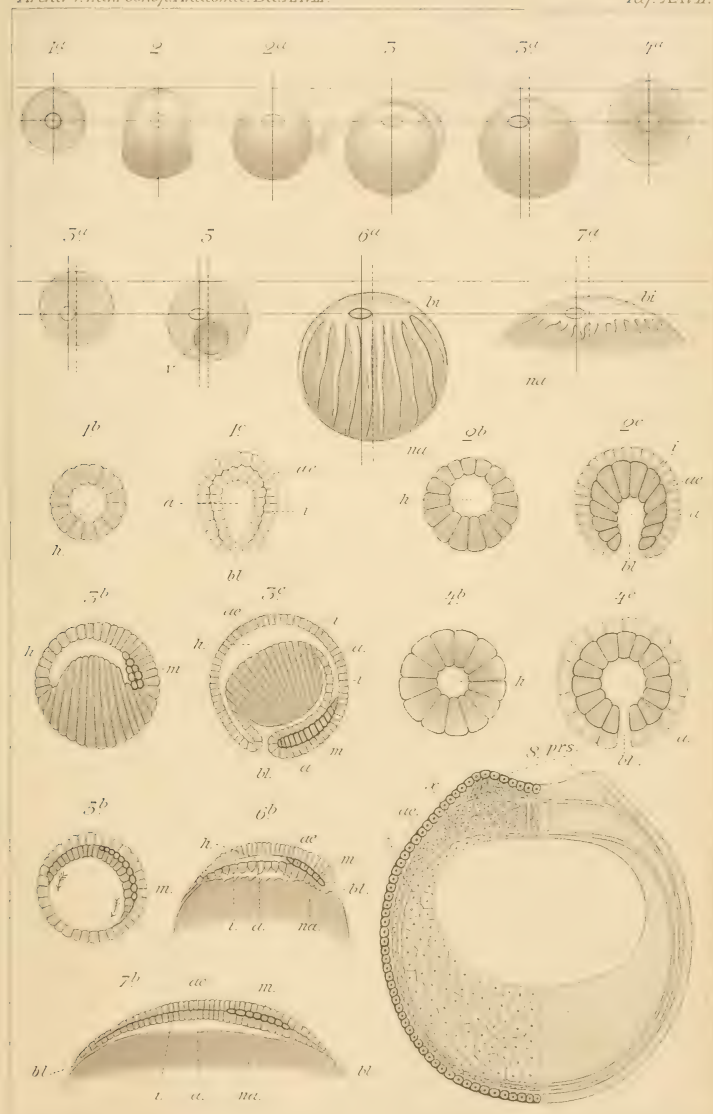



in c.kl Stz
im K
in c k Stz
in c k Str

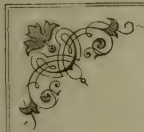
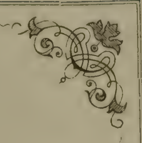



1
2.
a
b
c
d
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12.
13
14
15
16
17.
18
19





Autor del. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Berlin.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Achtundzwanzigster Band.

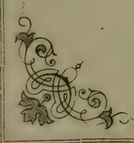
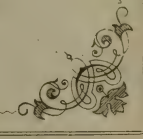
Erstes Heft.

Mit 9 Tafeln.

Bonn

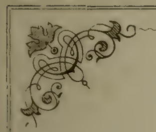
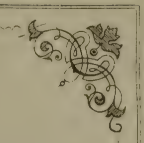
Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)

1886.

Ausgegeben 30. September 1886.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Berlin.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Achtundzwanzigster Band.

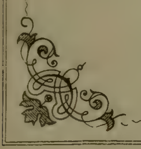
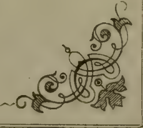
Zweites Heft.

Mit 6 Tafeln.

Bonn

Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)

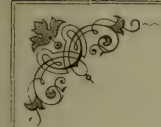
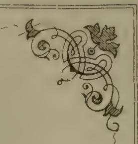
1886.

Ausgegeben 12. October 1886.

Inhalt.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Berlin.

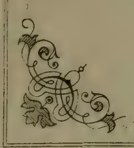
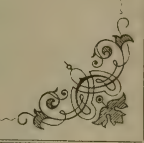
Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Achtundzwanzigster Band.

Drittes Heft.

Mit 6 Tafeln.

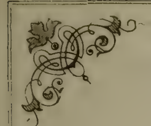
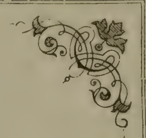
Bonn
Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)
1886.

Ausgegeben 5. November 1886.

Inhalt.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Berlin.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Achtundzwanzigster Band.

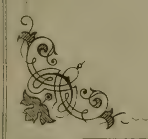
Viertes Heft.

Mit 6 Tafeln.

Bonn

Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)

1886.




Ausgegeben 9. Dezember 1886.

Inhalt

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Leipzig, October 1886.

Soeben erschien:

Bibliotheca zoologica II.

Verzeichniss
der
Schriften über Zoologie

welche in den periodischen Werken enthalten und vom Jahre
1861 bis **1880**
selbständig erschienen sind.

Mit Einschluss der allgemein-naturgeschichtlichen, periodischen und palaeontologischen Schriften.

Bearbeitet von

Dr. O. Taschenberg

Docent an der Universität Halle.

Erste Lieferung: Sign. 1—40. gr. 8. Preis *M* 7.—.

Inhalt: Naturwissenschaften im Allgemeinen. I. Literatur. A. Bücherkunde. B. Periodische Schriften. — II. Hilfsmittel. A. Acclimatisation (im Allgemeinen); Aquarieen; Museen; Oeffentliche und Privat-Sammlungen; Zoologische Gärten; Zoologische Laboratorien und Stationen. B. Das Sammeln und Aufbewahren naturhistorischer und vergleichend-anatomischer Gegenstände. C. Mikroskop und mikroskopische Technik.

Die im Jahre 1861 erschienene »Bibliotheca zoologica« enthält die von 1846—1860 publicirte zoologisch-biologische Literatur; seit 1878 begann Prof. V. Carus im »Zoologischen Anzeiger« dieselbe in regelmässiger Folge bekannt zu geben. Die Lücke zwischen 1861 und mindestens 1878 auszufüllen, erschien um so dringender geboten, als die Literatur inzwischen zu ungeheurem Umfang angewachsen und Gefahr vorhanden war. die Uebersicht allmählich ganz zu verlieren. Die aussergewöhnlichen Schwierigkeiten, die sich der Lösung dieser Aufgabe entgegenstellen, zu überwinden, ist dem jetzigen Bearbeiter, wie zu hoffen, soweit gelungen, als es bei derartigen

bibliographischen Arbeiten überhaupt möglich erscheint. Wie früher so wird auch jetzt auf Genauigkeit und Vollständigkeit der deutschen wie der fremdländischen Literatur das grösste Gewicht gelegt und ebenso Satz und Correctur des schwierigen Manuscripts mit peinlichster Sorgfalt durchgeführt. Von ganz geringfügigen Aenderungen abgesehen ist im Uebrigen Eintheilung und Behandlung des Stoffs, Format und typographische Einrichtung unverändert geblieben.

Berichtigungen und Zusätze, bei einem derartigen Werke kaum zu vermeiden, werden gern entgegengenommen und bittet man solche an den *Herrn Herausgeber* (Halle a/S.) gelangen zu lassen; sie werden am Schlusse des Ganzen unter den Nachträgen folgen.

Die »Bibliotheca zoologica« soll nicht nur dem *Zoologen, Biologen, vergleichenden Anatomen,* überhaupt dem Naturforscher dienen, sondern auch für den *Bibliothekar und Buchhändler* ein zuverlässiger Rathgeber sein; letztern Zweck versucht sie namentlich auch durch möglichst vollständige Preisangaben zu erreichen.

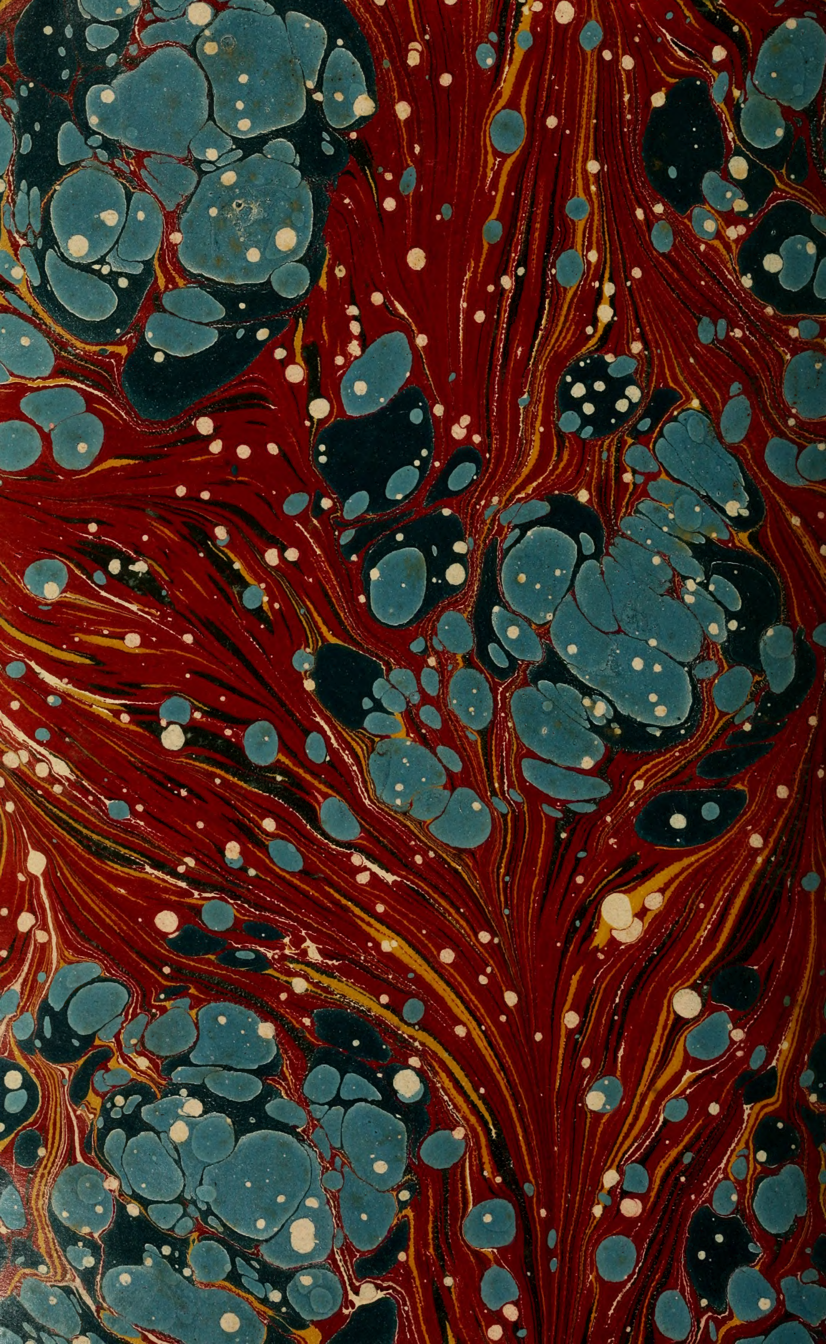
Die jetzige »Bibliotheca zoologica II« wird in etwa 12 Lieferungen à 7 *M*, je 40 Signaturen (à 8 Seiten), oder in 4 starken Bänden erscheinen und voraussichtlich Anfang 1888 vollendet vorliegen. Die zweite Lieferung (Sign. 41—80) wird noch vor Ende d. J. ausgegeben. Die Lieferungen können *zur Ansicht* durch jede Buchhandlung bezogen werden; *Prospecte* gratis.

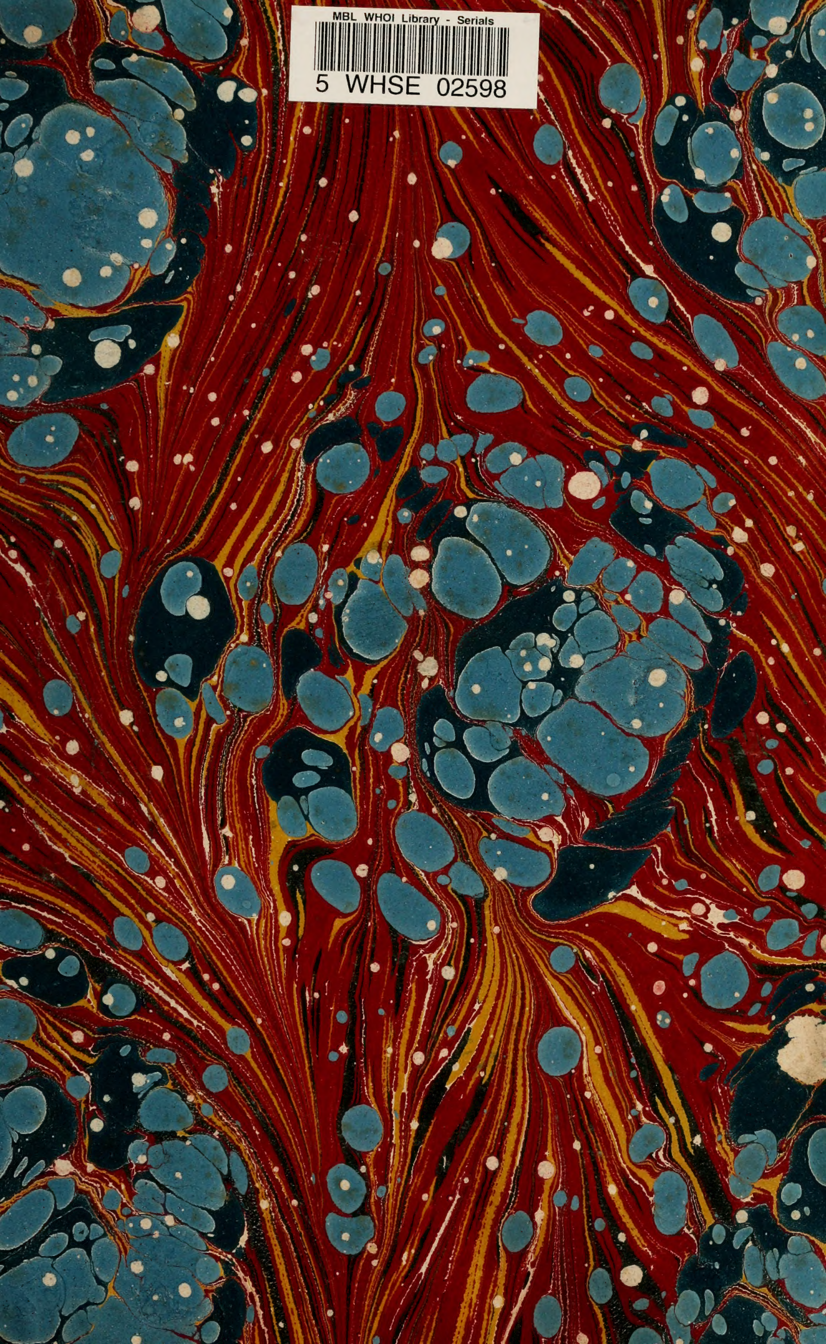
Eine kleine Anzahl von Exemplaren ist auf *Velinpapier,* in grösserem Formate, abgezogen worden; dieselben stehen zum Preise von *M* 12 pro Lieferung, jedoch nur *fest,* zur Verfügung.

Der Preis für die Ausgabe von 1861 (2 Bände) wird von jetzt ab auf *M* 16 *herabgesetzt.* Zu *Bestellungen* bittet man den nachstehenden Verlangzettel zu benutzen.

Wilhelm Engelmann.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.




MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02598

